Dasar-Dasar Ketenagalistrikan

Semester 1

Eko Arianto

2022

SMK/MAK KELAS X

Dasar-Dasar Teknik Ketenagalistrikan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1

Penulis
Eko Arianto

Penelaah
Djoko Adi Widodo, Slamet Susilo, Nurhening Yuniarti

Penyelia/Penyelaras
Supriyatno, Wardani Sugiyanto, Mochamad Widiyanto, Wijanarko Adi Nugroho, Futri F. Wijayanti

Kontributor
Badner Sibarani, Siti Laelah, Astuti Damayanti, Yaya Zakaria

Ilustrator
Daniel Tirta (isi), Rio Ari Seno (kover)

Editor
Isti Siti Saleha Gandana, Wijanarko Adi Nugroho

Desainer
Tantan Yulianto

Penerbit
Penerbitan bersama antara Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan dan Pusat Perbukuan
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Jalan Jenderal Sudirman Komplek kemendikbudristek
https://buku.kemdikbud.go.id

Cetakan Pertama, 2022
ISBN : 978-623-388-022-0 (jilid lengkap)
ISBN : 978-623-388-023-7 (jilid 1a)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 12/18 pt, Steve Matteson.
xiv, 132 hlm,: 17,6cm × 25cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik.

Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 56/M/2022, serta Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Juni 2022
Kepala Pusat

Supriyatno
NIP 196804051988121001

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sehubungan dengan telah terbitnya Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 165/M/2021 tentang Program Sekolah Menengah Kejuruan Pusat Keunggulan (SMK PK), Direktorat SMK, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi telah menyusun contoh perangkat ajar.

Perangkat ajar merupakan berbagai bahan ajar yang digunakan oleh pendidik dalam upaya mencapai Profil Pelajar Pancasila dan capaian pembelajaran. Perangkat ajar meliputi buku teks pelajaran, modul ajar, video pembelajaran, modul Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dan Budaya Kerja, serta bentuk lainnya. Pendidik dapat menggunakan beragam perangkat ajar yang relevan dari berbagai sumber. Pemerintah menyediakan beragam perangkat ajar untuk membantu pendidik yang membutuhkan referensi atau inspirasi dalam pengajaran. Pendidik memiliki keleluasaan untuk membuat sendiri, memilih, dan memodifikasi perangkat ajar yang tersedia sesuai dengan konteks, karakteristik, serta kebutuhan peserta didik.

Buku ini merupakan salah satu perangkat ajar yang bisa digunakan sebagai referensi bagi guru SMK dalam mengimplementasikan Pembelajaran dengan Kurikulum Merdeka. Buku teks pelajaran ini digunakan masih terbatas pada SMK Pusat Keunggulan.

Selanjutnya, Direktorat SMK mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan buku ini mulai dari penulis, penelaah, *reviewer*, editor, ilustrator, desainer, dan pihak terkait lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga buku ini bermanfaat untuk meningkatkan mutu pembelajaran pada SMK Pusat Keunggulan.

Jakarta, Mei 2022

Direktur SMK.

Prakata

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaian buku ini.

Buku ini merupakan buku pelajaran Dasar-Dasar Ketenagalistrikan yang diharapkan dapat menjadi panduan, memperkaya dan meningkatkan penguasaan pengetahuan dan keterampilan bagi peserta didik. Buku ini merupakan bahan bacaan dan panduan untuk mendorong pembaca menguasai keterampilan di bidang Teknik Ketenagalistrikan. Peserta didik, guru, pengelola pendidikan, dan masyarakat dapat memanfaatkan buku ini untuk mendukung kegiatan belajar mengajar di sekolah dan masyarakat.

Pada buku ini, pembaca diarahkan untuk menguasai pelajaran dengan disertai praktikum. Bila peserta didik sudah menguasai keterampilan ini diharapkan mereka bisa menerapkan kemampuannya dalam kehidupan sehari-hari dan dapat memberi manfaat serta kontribusi pada khalayak yang lebih luas.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu tersusunnya buku ini.

Jakarta, Mei 2022

Penulis

Daftar Isi

Daftar Gambar

Daftar Tabel

Petunjuk Penggunaan Buku

Di dalam buku ini kalian akan menemukan gambar-gambar sebagai penanda kegiatan pemelajaran yang akan dilakukan. Cermati gambar-gambar berikut ini beserta artinya.

Observasi Mandiri

Gambar ini menunjukkan tugas mandiri berupa observasi.

Pertanyaan Pemantik

Gambar ini menunjukkan pertanyaan pemantik.

Peta Konsep

Gambar ini menunjukkan peta konsep pembelajaran.

Kata Kunci

Gambar ini menunjukkan kata kunci berupa istilah baru yang perlu kalian cermati.

Ayo Berdiskusi

Gambar ini menunjukkan aktivitas diskusi.

Uji Kompetensi

Gambar ini menunjukkan uji kompetensi untuk menguji kemampuanmu.

Presentasikan

Gambar ini menunjukkan aktivitas presentasi dari hasil pekerjaanmu.

Mari Berkolaborasi

Gambar ini menunjukkan aktivitas pembelajaran yang dilakukan secara kolaboratif.

Pengayaan

Gambar ini menunjukkan aktivitas pengayaan untuk memperkaya ilmumu.

Renungkanlah

Gambar ini menunjukkan perenungan dari apa yang telah kalian pelajari.

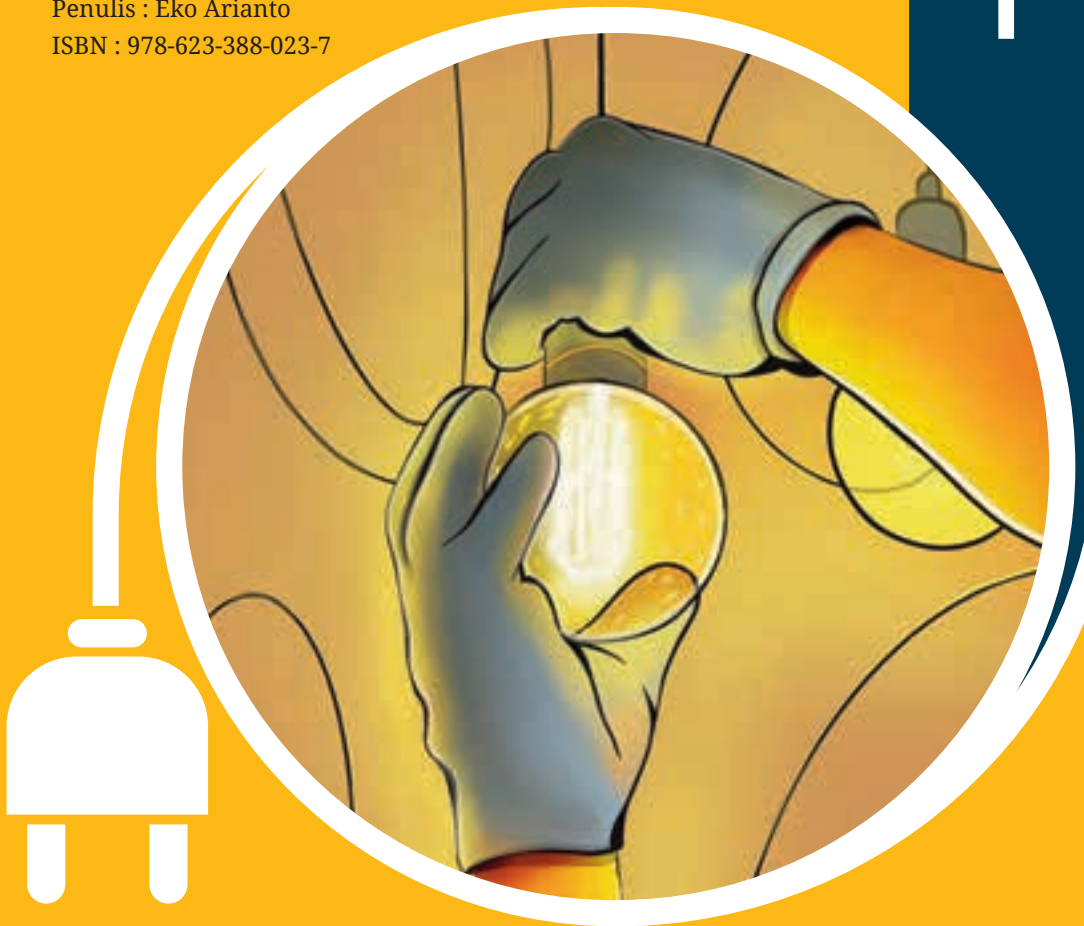
Bermain Peran

Gambar ini menunjukkan tugas bermain peran.

Praktikum

Gambar ini menunjukkan aktivitas praktikum.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Republik Indonesia, 2022
Dasar-Dasar Teknik Ketenagalistrikan untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1
Penulis : Eko Arianto
ISBN : 978-623-388-023-7

Bab 1

Pengantar Ketenagalistrikan

Tujuan Pembelajaran

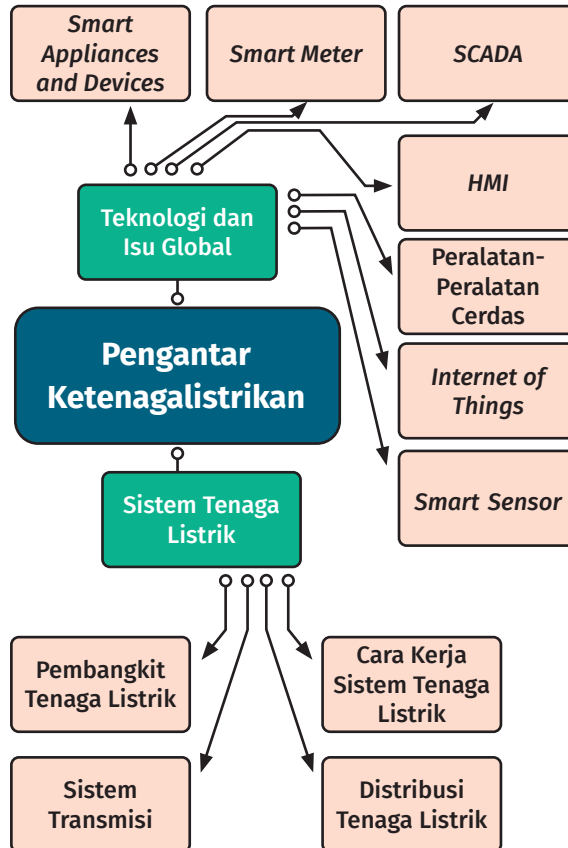
Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

1. menjelaskan bagaimana listrik tercipta dari hubungan antar bagian pada sistem tenaga listrik;
2. menjelaskan isu-isu global yang berkaitan dengan ketenagalistrikan dan teknologi masa kini; dan
3. mengidentifikasi contoh produk perkembangan teknologi berbasis perangkat cerdas dan IoT (*Internet of Things*).

Gambar 1.1 Dinamo dan Lampu Sepeda
Sumber: upload.wikimedia.org/Viinamaki (2016)

Pertanyaan Pemantik

Gambar di atas adalah gambar dinamo pada sepeda untuk menghidupkan lampu. Dinamo sepeda berfungsi sebagai pembangkit tenaga listrik yang dimanfaatkan lampu sepeda. Saat melihat lampu menyala di rumahmu, dari mana energi listrik tercipta sehingga lampu rumahmu bisa menyala? Siapakah yang membangkitkan tenaga listrik tersebut?

Peta Konsep

Kata Kunci

distribusi, pembangkit, perangkat cerdas, transmisi

Lihatlah di sekitar kalian. Banyak benda yang membutuhkan daya listrik untuk bekerja. Sebagai contoh: telepon seluler, laptop, lampu, televisi, dan benda lainnya. Kalau kalian membayangkan sebuah jam dinding yang menggunakan baterai untuk menyala, di mana letak baterai sebagai sumber daya dari mesin jam yang bergerak? Lalu, bagaimana agar sumber daya televisi, pompa air, telepon seluler dan peralatan listrik lainnya tercukupi? Bagaimana daya listrik bisa sampai ke rumah kalian dan dapat langsung digunakan? Bagaimana cara pembangkit tenaga listrik mendistribusikannya ke rumah-rumah? Atau adakah kumpulan baterai yang sangat banyak pada pembangkit tenaga listrik layaknya baterai pada sebuah jam untuk menyediakan listrik bagi sebuah negara? Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan ini, ikuti bab ini dengan seksama.

Observasi Mandiri

Pada kali ini, kalian akan mencoba mengamati salah satu bagian kecil dari sistem tenaga listrik di Indonesia yang berada di rumahmu. Carilah lokasi kWh meter di tempatmu, dan perhatikan kabelnya. Dari mana kabel itu sumbernya? Kabel tersebut keluar dari rumahmu melalui pengait yang menempel di rumahmu untuk memegang kabel. Ke manakah kabel dari rumahmu itu menuju? Apakah ke rumah orang lain atau ke tiang? Runutlah perjalanan kabel rumahmu sampai menuju tiang dan hubungan dengan rumah lainnya. Buatlah gambar sketsa posisi tiang dan rumahmu. Lalu,

diskusikan dengan temanmu bagaimana gambar sketsa hubungan kabel di rumahnya.

Tenaga listrik di rumahmu adalah bagian paling akhir dari sistem tenaga listrik di Indonesia. Apakah pernah tebersit oleh kalian bagaimana awal pembangkitan tenaga listrik sehingga sampai ke rumah kalian? Dalam bab ini, kalian akan belajar bagaimana listrik itu tercipta dari awal pembangkitan tenaga listrik sampai bisa dinikmati oleh konsumen.

Penguatan Materi

1. Sistem Tenaga Listrik

Listrik saat ini sudah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia. Mulai dari kita bangun sampai tidur lagi semuanya membutuhkan listrik. Dari rumah sampai industri, semua membutuhkan listrik. Begitu besar peran listrik dalam kehidupan kita sekarang ini, tidak terbayangkan jika sampai terjadi pemadaman listrik dalam waktu lama. Bila hal itu terjadi, maka akan ada banyak aspek kehidupan yang terganggu dan banyak kerugian yang akan terjadi.

Oleh karena itu, penyedia listrik di indonesia harus memiliki keandalan yang tinggi, sehingga dapat meminimalkan pemadaman dan menjamin kualitas listrik yang sampai ke pelanggan dengan baik. Di balik itu semua, terdapat berbagai rangkaian proses yang digunakan dari awal dibangkitkannya listrik hingga dimanfaatkan oleh pelanggan. Serangkaian proses tersebut sering disebut sistem tenaga listrik. Sistem

ini memiliki tiga komponen utama: pembangit tenaga listrik, sistem transmisi, dan sistem distribusi.

a. Pembangkit Tenaga Listrik

Pembangkit tenaga listrik, atau terkadang disebut dengan pusat pembangkit listrik, merupakan bagian yang memproduksi energi yang memiliki tugas utama menghasilkan energi. Bila digolongkan berdasarkan sumber energinya, maka pusat pembangkit tenaga listrik dibedakan menjadi dua, yaitu pembangkit tenaga menggunakan sumber energi fosil, dan pembangkit tenaga menggunakan energi terbarukan.

Gambar 1.2 PLTS Hybrid di Selayar, Sulawesi Selatan
Sumber: PLN/Dandy Christian (2022)

Semakin menipisnya bahan bakar fosil, maka rencana pengembangan pembangkit energi terbarukan akan ditingkatkan. Begitu pula di negara kita; pemerintah dan Perusahaan Listrik Negara (PLN), yang memiliki tugas untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh negeri,

sedang giat mengembangkan dan mengampanyekan penggunaan energi terbarukan.

Gambar 1.3 PLTA Poso Pembangkit EBT Terbesar di Indonesia Timur
Sumber: PLN (2022)

Pembangkit tenaga listrik berbahan bakar fosil atau non-EBT (Energi Baru dan Terbarukan) menggunakan bahan bakar minyak, gas dan batu bara. Jika bahan bakar tersebut habis, maka tidak dapat digunakan kembali. Sementara itu, EBT (Energi Baru dan Terbarukan), atau biasa disebut '*new and renewable energy*', merupakan sumber energi baru yang dapat dipakai lagi dan tidak akan habis.

EBT dibagi menjadi dua, yaitu sumber energi yang dapat didaur ulang (*renewable energy*), dan sumber energi yang tidak akan habis pakai. Contoh sumber energi yang dapat didaur ulang yaitu biogas, biomassa, dan energi dari kayu. Biogas adalah energi yang dihasilkan dari kotoran hewan yang diolah oleh

bakteri anaerob untuk menghasilkan gas yang dapat dimanfaatkan. Biomassa adalah energi yang berasal dari bahan sumber alami yang dapat diperbaharui seperti pohon, dan limbah-limbah lain yang berupa bahan organik. Sebaliknya, energi yang tidak akan habis ketika digunakan adalah energi panas bumi, energi matahari, dan energi pasang surut.

Ayo Berdiskusi

Gambar 1.4 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di Sidrap Makassar
Sumber: (1) PLN/Ahmad Hidayat (2019); (2) Slamet Susilo (2022); (3) Slamet Susilo (2022)

Lihatlah gambar PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu) pada Gambar 1.4. Pada gambar tersebut terdapat tiga buah foto. Foto pertama memperlihatkan pembangkit listik dengan menggunakan tenaga angin. Foto kedua

memperlihatkan orang dengan latar belakang kincir angin, sedangkan pada foto ketiga terdapat tiga orang berdiri di pangkal kincir angin. Bayangkanlah seberapa besar dimensi sebuah kincir angin, dan berapakah daya yang dihasilkan oleh sebuah kincir angin di PLTB tersebut?

Secara berkelompok, cari tahu mengenai PLTB Sidrap. Lalu, ceritakanlah di depan kelas. Kelompok lain juga dapat mencari tahu tentang PLTB lainnya di Indonesia maupun di luar negeri. Diskusikan dengan temanmu alasan PLTB dibangun di daerah tersebut.

Gambar 1.5 PLTGU Jawa 2
Sumber: PLN/Ahmad Hidayat (2020)

b. Sistem Transmisi

Salah satu contoh pembangkit tenaga listrik adalah pembangkit listrik tenaga bayu yang terlihat pada

Gambar 1.4. Pada gambar tersebut, lokasi pembangkit jauh dari konsumen yang menggunakan energi listrik. Dari kasus tersebut maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat menyalurkan listrik untuk dapat disebarkan dari pembangkit tenaga listrik ke pengguna yang disebut sebagai sistem transmisi.

Gambar 1.6 Saluran Transmisi
Sumber: PLN/Ahmad Hidayat (2018)

Transmisi diartikan sebagai pengiriman atau penyaluran sesuatu dari satu tempat ke tempat lain. Dalam sistem tenaga listrik, sistem transmisi adalah proses pengiriman energi listrik dengan jarak yang jauh dan secara besar-besaran dari pembangkit tenaga listrik ke sistem distribusi. Proses pada sistem transmisi ini melibatkan naiknya tegangan dari pembangkit tenaga listrik menjadi tegangan tinggi 150 kV dan tegangan ekstra tinggi 500 kV. Fungsi menaikkan tegangan tersebut untuk mengurangi nilai rugi-rugi listrik. setelah tegangan dinaikkan (*step-up*), maka tegangan

akan di salurkan melalui tower atau dikenal sebagai SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) seperti yang terlihat pada Gambar 1.6.

c. Distribusi Tenaga Listrik

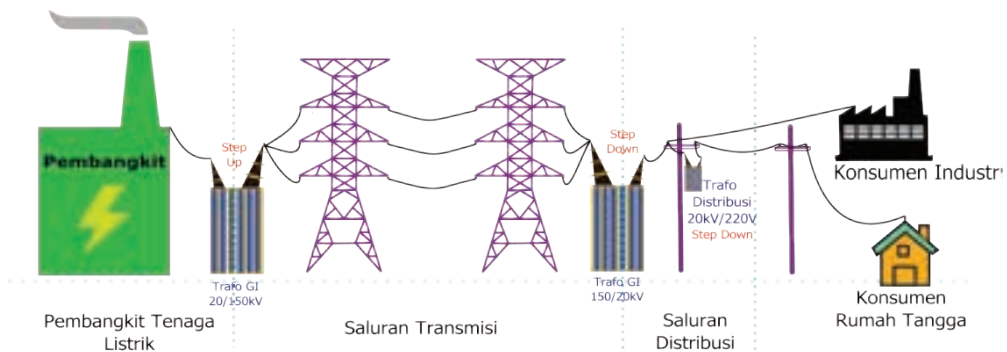
Sistem distribusi bertugas menyalurkan energi listrik ke konsumen yang meliputi industri komersil ataupun perumahan. Sistem distribusi tegangan yang disalurkan adalah tegangan menengah 20 kV dan tegangan rendah 380 V/220 V.

Gambar 1.7 Proses Penyambungan Jaringan Distribusi ke Pelanggan di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), Sumatera Selatan.

Sumber: PLN (2021)

d. Cara kerja Sistem Tenaga Listrik

Pembangkit tenaga listrik merupakan penghasil energi listrik kapasitas daya dan memiliki spesifikasi tegangan tertentu. Tegangan dari pembangkit tersebut menggunakan transformator *step up* yang dinaikkan ke tegangan transmisi 150 kV dan 500 kV, dan selanjutnya disalurkan melalui media transmisi.

Jika suatu daerah terdapat kelompok beban, maka tegangan akan diturunkan lagi menggunakan transformator *step down* dan selanjutnya mengalir ke saluran distribusi untuk dibagikan langsung ke pelanggan. Terdapat dua jenis pelanggan, yaitu pelanggan tegangan menengah dan pelanggan tegangan rendah. Pelanggan tegangan menengah 20 kV biasanya terdiri dari pelanggan industri. Tegangan juga dapat diturunkan kembali ke tegangan rendah 380/220 V untuk disalurkan ke konsumen komersial ataupun perumahan.

Gambar 1.8 Bagan Cara Kerja Sistem Tenaga Listrik
Sumber: Eko Arianto (2021)

Sistem tenaga listrik terdiri dari beberapa pembangkit tenaga listrik yang saling terkoneksi untuk melayani

berbagai kelompok beban pada lokasi yang berlainan. Sistem tersebut dinamakan sebagai sistem interkoneksi. Dengan sistem tersebut, jika terdapat gangguan pada salah satu pembangkit tenaga listrik, maka pembangkit tersebut dapat disuplai oleh pembangkit lain sehingga meningkatkan keandalan.

2. Teknologi dan Isu Global

Alam yang terus berubah dan dunia yang semakin berkembang membuat banyak hal terjadi, dan manusia harus menyesuaikan. Isu besar pada abad ini adalah pemanasan global, yang mengakibatkan perubahan iklim. Pemanasan global terjadi karena efek rumah kaca yang dihasilkan dari banyaknya gas karbon dioksida. Gas karbon dioksida bersumber dari aktivitas manusia yang menggunakan transportasi, kegiatan industri, dan penggundulan hutan.

Salah satu bidang yang terkait dengan pemanasan global adalah listrik. Pembangkitan listrik ada yang bersumber dari bahan bakar fosil. Untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, pembangkitan listrik akan diprioritaskan ke energi terbarukan. Gerakan elektrifikasi di berbagai bidang pun digalakkan; transportasi berbahan bakar fosil diubah ke transportasi berenergikan listrik, solar cell digunakan untuk penerangan jalan, serta efisiensi penggunaan alat elektronik yang ditingkatkan. Penggunaan lampu pijar digantikan oleh lampu LED, yang menggunakan energi listrik lebih rendah dengan tingkat pencahayaan yang sama. Selain itu, dengan efisiensi energi, penggunaan

media hantar dan proteksi bisa dihemat. Dunia bekerja keras untuk menemukan alternatif sumber energi yang tidak menghasilkan karbon dioksida.

Karena pentingnya listrik dalam isu global, berbagai bidang di kelistrikan akan selalu berubah dan berkembang. Sisi baiknya adalah pekerjaan di berbagai bidang kelistrikan akan memunculkan kesempatan-kesempatan baru untuk profesi ketenagalistrikan. Oleh sebab itu, bersemangatlah mempelajari ketenagalistrikan, dan cintailah bidangmu. Kalian akan menjadi bagian yang membangun negeri ini menjadi lebih maju dan berkembang.

Dalam bidang ketenagalistrikan, terdapat beragam isu global dan teknologi, sebagaimana dibahas di bawah ini.

a. *Electricity 4.0* dan Digitalisasi di Berbagai Bidang

Electricity 4.0 muncul seiring dengan era Industri 4.0. Era ini membawa era baru dalam ketenagalistrikan dengan mengarah pada kelistrikan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan tangguh. Semakin berkembang bidang kelistrikan, transformasi kelistrikan tidak akan terelakkan. Ilmu ketenagalistrikan akan terus terjadi. Ilmu ketenagalistrikan akan terus diperbaharui seiring dengan arus perubahan, dan tenaga manusia akan berganti peran menjadi pelayan mesin dan pengendali.

Dahulu, pengukuran energi listrik di rumah pelanggan PLN menggunakan kWh meter dengan sistem kerja induksi magnet. Sekarang ini sudah mulai berganti ke arah digital dan sistem prabayar. Apa yang bisa dipetik dari perubahan ini?

Bukan hanya sekedar pergantian alat ukur yang terjadi, namun lebih dari itu, perubahan tersebut mencakup perubahan sistem. Dari segi alat ukur, awalnya alat bekerja menggunakan prinsip induksi medan magnet yang kemudian akan menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Putaran piringan tersebut lalu menggerakkan angka pada *counter digit* sebagai tampilan jumlah penggunaan kWh-nya. Namun, cara kerja kWh meter dengan sistem pulsa sekarang berbeda. Terdapat mikroprosesor berprogram di dalamnya. Program dan data disimpan di memori. Alur program bekerja dengan cara mendeteksi besaran konsumsi energi melalui sensor, kemudian mengolah dan menampilkannya dalam bentuk digital. Selain itu, terdapat indikasi LED dan bunyi sebagai penanda. Pelanggan dapat memasukkan pulsa melalui *keypad*. Jika pulsa telah habis, maka kWh ini secara pintar akan memutuskan aliran listrik ke pelanggan. Tampilannya tidak hanya memperlihatkan konsumsi energi namun juga nilai pulsa. Pelanggan dapat memasukkan token pada kWh meter untuk menambah nilai energi.

Secara garis besar, sistem kWh meter sekarang berkembang dari yang awalnya bersifat mekanis menjadi suatu sistem digital yang di dalamnya terdapat input berupa sensor, pemroses berupa mikroprosesor, dan penampil berupa tampilan digital. Sistem tersebut juga pintar karena dapat memutuskan apakah aliran listrik terputus atau tidak berdasarkan nilai pulsa. Selain itu, ada interaksi antara pelanggan dan perangkat kWh meter saat memasukan token. Lebih dari itu semua, yang

berubah adalah sistem kerja keseluruhan. Token yang merupakan kunci untuk menambah pulsa kWh meter diperjualbelikan secara daring (*online*) dan dapat dibeli melalui internet. Data-data pelanggan dikumpulkan dan dapat tercatat pola konsumsi pelanggan. Dengan sistem yang baru ini, toko penjual barang dan jasa berkembang di internet.

Beberapa ciri utama era Industri 4.0 adalah keberadaan kontroler yang mengatur, sensor yang mengindera, memori yang menyimpan data, interaksi ke pengguna, koneksi ke server pusat, serta kemudahan-kemudahan yang didapat oleh pelanggan, dan semua ini akan terus berkembang. Perhatikanlah sekelilingmu. Apakah sudah dirasakan perubahan-perubahan di atas? Bandingkan televisi dahulu dan *smart* TV sekarang, atau sepeda motor masa lalu dengan sepeda motor sekarang yang sudah menggunakan sistem injeksi. Begitu banyak perubahan yang terjadi di era digital ini.

Ayo Berdiskusi

Bersama temanmu, sebutkan lima buah peralatan yang ada versi digital dan manualnya. Sebagai contoh, kalian bisa menemukan multimeter analog dan multimeter digital. Sebutkan juga perubahan di era sekarang ini dengan menyebutkan ciri-ciri yang telah dibahas di atas.

Kerjakan latihan ini dengan melihat Tabel 1 dan tulis jawaban kalian di buku/lembar tugas.

Tabel 1 Perbedaan Sistem Analog dan Digital

No.	Sistem Analog	Sistem Digital	Ciri Digitalisasi
1.	Mutimeter analog	Multimeter digital	• Sensor untuk mendeteksi • Mikrokontroler • Penampil data
2.	TV analog	Smart TV	• Sensor • Penampil data • Koneksi internet • Tampilan digital • Mengambil data ke server • Video streaming • Interaksi dan personalisasi pengguna
3.	....	....	....
4.	....	....	....
5.	....	....	....
6.	....	....	....
7.	....	....	....

b. *Internet of Things*

Revolusi Industri Keempat (atau *Industrial Revolution 4.0*) adalah keadaan industri abad ke-21 yang diwarnai oleh perubahan besar-besaran di berbagai sektor dikarenakan penggunaan teknologi yang mengurangi

sekat-sekat antara dunia fisik, digital, dan biologi. Revolusi ini ditandai dengan kemajuan teknologi yang melibatkan kecerdasan buatan, robot, *blockchain*, teknologi nano, komputer kuantum, bioteknologi, *Internet of Things*, percetakan 3D, dan kendaraan tanpa awak.

Revolusi Industri Keempat memungkinkan otomasi manufaktur tradisional dan praktek industri menggunakan teknologi *smart modern*. Komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) dan *Internet of Things* (IoT) skala besar terintegrasi untuk peningkatan otomatisasi, peningkatan komunikasi dan pemantauan mandiri, serta produksi mesin pintar yang dapat menganalisis dan mendiagnosis masalah tanpa perlu campur tangan manusia.

Sebagaimana revolusi terdahulu, Revolusi Industri Keempat berpotensi meningkatkan kualitas hidup masyarakat di seluruh dunia. Namun, kemajuan di bidang otomatisasi dan kecerdasan buatan telah menimbulkan kekhawatiran bahwa mesin-mesin suatu hari akan mengambil alih pekerjaan manusia. Berbeda dari revolusi-revolusi sebelumnya yang masih dapat menghasilkan lapangan kerja baru untuk menggantikan pekerjaan yang diambil alih oleh mesin, kali ini kemajuan kecerdasan buatan dan otomatisasi dapat menggantikan tenaga kerja manusia secara keseluruhan, digantikan oleh teknologi robotik.

Ayo Berduskusi

Bersama temanmu, carilah di toko online dengan kata kunci “IoT di rumah”. Peralatan apa sajakah yang kalian

temukan? Kenapa peralatan tersebut disebut memiliki fungsi IoT?

Salin dan lengkapi Tabel 2 di buku/lembar kerjamu.

Tabel 2 Peralatan IoT

No.	Benda	Fungsi	Ciri IoT
1.	lampu LED Rumah Wi-Fi Light Bulb IoT Home Automation	lampu jenis LED yang dapat dikendalikan menggunakan telepon pintar menggunakan media jaringan nirkabel (Wi-Fi).	• Terkoneksi dengan telepon pintar menggunakan Wi-Fi. • Menggunakan aplikasi untuk mengendalikan lampu. • Kompatibel dikoneksikan dengan Google Home dan Alexa.
2.	....	....	....
3.	....	....	....
4.	....	....	....
5.	....	....	....

c. Peralatan-Peralatan Cerdas

Manusia selalu berinovasi untuk kehidupan yang lebih mudah, lebih baik dan lebih bermanfaat. Dengan

berbagai kecanggihan teknologi di zaman Revolusi Industri Keempat ini, alat-alat saling dikombinasikan dengan berbagai fasilitas, sehingga mempermudah kehidupan manusia. Sebagai contoh, dahulu sering kita temui peralatan seperti jam tangan konvensional yang digerakkan secara mekanik. Namun, kini sudah berubah menjadi jam 'pintar', yang tidak hanya berlaku sebagai penunjuk waktu tetapi juga bisa untuk mencatat langkah, menyimpan data, berkomunikasi dengan telepon pintar, serta kemampuan lainnya.

Gambar 1.9 Tempat Sampah Cerdas
Sumber: https://m.media-amazon.com (2022)

Gambar di atas adalah salah satu contoh 'peralatan cerdas' berupa tempat sampah. Tempat sampah tersebut 'cerdas' karena dapat membuka sendiri ketika tangan dilambaikan di atas sensor tempat sampah. Bila dibandingkan dengan tempat sampah konvensional, tempat sampah ini sangat manfaat terutama di masa pandemi ini; ia akan mengurangi kontak tangan saat akan membuang sampah.

Gambar 1.10 Penyedot Debu Cerdas
Sumber: Pexels/Kindel Media (2021)

Tahukah kalian apa gambar yang ditunjukkan di atas? Itu adalah sebuah alat penyedot debu (*vacuum cleaner*). Dibandingkan dengan penyedot debu konvensional, alat ini memiliki berbagai keunggulan, dari segi bentuk sampai kemampuannya. Alat ini dapat bergerak sendiri secara autopilot dan dapat menghindari berbagai halangan selama bekerja. Penyedot debu cerdas tersebut menggunakan tenaga baterai. Jika dayanya habis, maka penyedot debu akan bergerak ke tempat pengisian baterai dan mengisi baterainya sampai penuh, dan kemudian melanjutkan pekerjaannya lagi. Canggih, bukan?

Peralatan-peralatan di atas tentunya akan mempengaruhi berbagai sektor kehidupan, khususnya sektor ketenagalistrikan, karena ia harus mampu menyuplai berbagai kebutuhan listrik untuk berbagai keperluan. Sebagai contoh, dengan adanya tempat

pengisian baterai untuk penyedot debu cerdas di atas, kalian juga harus menyesuaikan instalasinya. Begitu juga untuk peralatan-peralatan lain yang akan muncul di masa mendatang.

Ayo Berdiskusi

Bersama temanmu, carilah di sekitar kalian peralatan-peralatan cerdas. Sebutkan perbedaan antara peralatan yang dianggap cerdas ini dengan peralatan sejenis yang konvensional. Apa manfaat dari peralatan cerdas yang kalian temukan?

Salin dan lengkapi Tabel 3 di buku/lembar kerjamu.

Tabel 3 Perbedaan Peralatan Cerdas dan Konvensional

No.	Nama Peralatan	Perbedaan	
		Peralatan Konvensional	Peralatan Cerdas
1.	Penyedot debu	• Menghisap debu menggunakan mesin besar. • Mulut penghisap digerakkan oleh manusia. • Hanya bisa *on* dan *off* menggunakan sumber listrik dan media kabel.	• Menghisap debu menggunakan mesin kecil. • Mesin penghisap bergerak sendiri secara cerdas menggunakan sensor untuk menghindari rintangan. • Tenaga bersumber dari baterai, dan daya baterai dapat diisi ulang.

Tabel 3 Perbedaan Peralatan Cerdas dan Konvensional

No.	Nama Peralatan	Perbedaan	
		Peralatan Konvensional	Peralatan Cerdas
2.	....	....	....
3.	....	....	....
4.	....	....	....
5.	....	....	....

d. *Smart Meter*

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menargetkan sebanyak satu juta pelanggan listrik akan memasang *smart meter* pada tahun 2022. *Smart meter* adalah pengganti meter listrik konvensional, yang merupakan bagian dari pembangunan jaringan tenaga listrik atau *smart grid*. *Smart grid* diproyeksikan pemerintah untuk dapat membuat sistem tenaga listrik secara optimal dan efisien, dengan memanfaatkan interaksi dua arah antara produsen listrik dan konsumen. Semakin canggih alat ukur yang digunakan, semua aktivitas penggunaan energi listrik akan termonitor dan dapat dipantau secara *real-time*, sehingga dapat meningkatkan pelayanan.

Gambar 1.11 *Smart* kWh Meter dan kWh Meter Konvensional
Sumber: web.pln.co.id (2017)

Smart meter tidak hanya diterapkan oleh PLN, namun juga di industri-industri dalam memantau pengukuran. *Smart meter* kadang diberikan fasilitas untuk komunikasi dengan perangkat lain secara dua arah, sehingga data dapat diakuisisi di server. Dengan adanya data pengukuran secara *real-time*, aktivitas produksi dapat diketahui lebih dini jika terjadi ketidaknormalan dan dapat dijadikan data acuan untuk mengefektifkan aktivitas produksi dalam industri.

Ayo Berdiskusi

Sebagai pelanggan daya listrik dari PT PLN (Persero), beberapa daerah di Indonesia menggunakan alat pengukur konsumsi daya berupa kWh meter konvensional dan kWh meter berbasis pulsa. Tanyakan pada temanmu

siapa yang rumahnya menggunakan kWh meter konvensional dan kWh meter berbasis pulsa. Apakah ada juga di tempat temanmu yang tidak ada aliran listrik dan tidak ada kWh meter-nya? Diskusikan apa keunggulan dan kelemahan kedua jenis kWh meter tersebut. Dengan bantuan internet, carilah informasi mengenai cara kerja dari kedua kWh meter tersebut. Kemudian, bandingkan.

Bila ditempat kalian tidak ada kWh meter, kalian dapat membandingkan alat ukur lainnya dengan jenis analog dan digital.

Tabel 4 Perbedaan KWh Meter Konvensional dan KWh Meter Berbasis Pulsa

No.	Perbedaan	KWh meter	
		Konvensional	Basis Pulsa
1.	Prinsip kerja		
2.	Tampilan		
3.	Keunggulan		
4.	Kelemahan		
5.	Pembayaran konsumsi		
6.	Cara pemutusan listrik		
7.	Proteksi kecurangan		

e. *Smart Sensor*

Jika kalian pernah melihat tayangan *video streaming*, baik berupa iklan atau film, mungkin kalian pernah melihat sensor gerak pintar, sensor yang menjaga keamanan suatu rumah. Smart sensor berkembang pesat dengan adanya *Internet of Things* (IoT), yang menjadikan berbagai hal lebih efisien dan mudah. Lalu, apa artinya *smart sensor*?

Gambar 1.12 Sistem-Sistem *Smart Sensor*

Smart sensor adalah perangkat yang dapat mengambil informasi dari lingkungan sekitar dan menggunakan mikroprosesor/mikrokontroler untuk memantau, memeriksa, dan memelihara berbagai sistem. *Smart sensor* memiliki kemampuan mengumpulkan data

dari lingkungan sekitar secara lebih akurat. *Smart sensor* digunakan di berbagai jenis aplikasi dan sering digunakan pada pekerjaan pemantauan (*monitoring*) seperti *smart grid*, kebutuhan ilmiah, industri, serta sistem keamanan. Sebagai contoh, jika *smart sensor* diaplikasikan di rumah, maka ketika penghuni rumah masuk ke rumah, sensor akan mendeteksi gerakan dan akan menyalakan lampu. Selain itu, suhu sistem pendingin dan penghangat akan menyesuaikan kondisi suhu yang nyaman, serta sistem smart sensor lain yang dapat diaplikasikan.

Smart sensor bekerja menggunakan mikroprosesor untuk menjalankan berbagai fungsi, seperti pengolahan digital, pengolahan kode, konversi analog ke digital, fungsi antarmuka, dan perhitungan. *Smart sensor* memiliki empat fungsi utama, yaitu pengukuran, konfigurasi, verifikasi dan komunikasi. Fungsi pengukuran dilakukan dengan cara mendeteksi besaran di lingkungan dan mengubahnya menjadi besaran listrik. Fungsi konfigurasi digunakan sensor untuk mendeteksi bila terjadi kesalahan. Fungsi verifikasi digunakan untuk melakukan pengawalan secara terus-menerus pada sensor. Fungsi komunikasi digunakan untuk berhubungan dengan perangkat lain.

Ayo Berdiskusi

Pernahkah kalian menemui sistem *smart sensor* di perkantoran atau industri? Tanyakanlah pada guru kalian apakah yang ditemui itu termasuk *smart sensor*.

f. *Smart Appliances and Devices*

Sudahkah kalian menemui *smart appliances and devices* di kehidupan sehari-hari? Kadang kita temui sebuah peralatan atau perangkat yang dapat terhubung dengan telepon pintar atau *tablet* untuk pengendalian yang lebih baik, lebih nyaman, dan untuk pengumpulan informasi. Biasanya di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pusat pengendali peralatan, sehingga alat-alat semakin pintar. *Smart appliances and devices* diartikan sebagai peralatan dan perangkat pintar. *Smart appliances and devices* dapat berhubungan dengan perangkat lain dan juga internet untuk mengakses informasi, menjalankan perintah atau mengirimkan data. Sebagai contoh, dengan dukungan dari Alexa atau Google Assistant, sebuah saklar pintar dapat kalian matikan atau nyalakan menggunakan perintah suara.

Gambar 1.13 Saklar Pintar yang Dikendalikan Suara

Sumber: YouTube/LRN2DIY (2018)

g. *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA)

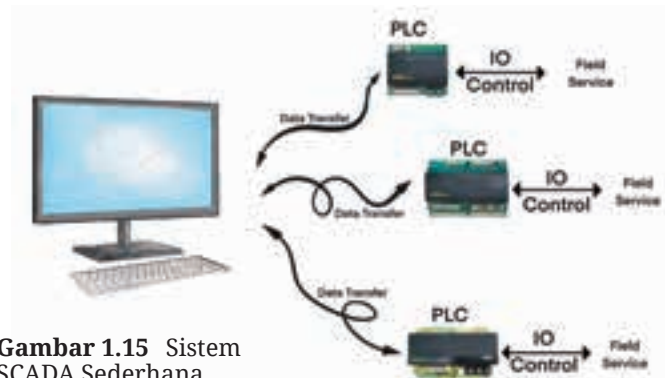
Sekarang ini bukanlah hal aneh jika kalian dapat menyalakan dan mematikan lampu dengan menggunakan telepon pintar. Tidak hanya itu, melalui telepon pintar kalian juga dapat memperoleh laporan penggunaan listrik harian dan lampu mana saja yang sedang dalam keadaan menyala atau mati, serta konsumsi dayanya. Bila diketahui ada yang tidak efisien, kalian dapat mengatur dan menjadwalkan lampu mana saja yang akan dinyalakan dan dimatikan sesuai dengan sensor cahaya yang dipasang di rumah. Betapa canggihnya! Seperti itulah SCADA yang akan kita bahas sekarang.

SCADA merupakan singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition*. SCADA merupakan suatu sistem yang dapat mengumpulkan informasi dari perangkat di lapangan yang berasal dari sensor-sensor, kemudian dikirimkan ke pusat kendali untuk dilakukan pengendalian dan pengolahan data. Pada Gambar 1.14 terlihat petugas sedang memantau nilai pada layar sistem SCADA.

Gambar 1.14 SCADA *Control Centre*

Sumber: Kementerian ESDM (2019)

Sistem SCADA terdiri dari *field devices*, *Remote Terminal Unit (RTU)*, *Master Terminal Unit (MTU)*, komputer sebagai server pusat kendali, dan *Human Machine Interface* (HMI). Bagian-bagian tersebut terpisah jauh, sehingga untuk menghubungkannya menggunakan jalur komunikasi. *Field device* merupakan aktuator dan sensor yang berhubungan dengan RTU. RTU akan mengumpulkan data sensor dan mengirimkannya ke pusat kendali (MTU). RTU juga dapat diperintah MTU.

MTU merupakan pengendali utama, dan di sinilah terjadi proses pengolahan data untuk dilaporkan dan diawasi. Semua aktifitas MTU tercatat. Sebagai contoh, sebuah mesin pemanas yang dipantau suhunya di MTU diberikan penyetingan suhu pemanasan sampai suhu 70 derajat celcius. Maka di sistem SCADA, pemanas akan dinyalakan sampai suhu tersebut serta dijaga sesuai penyetingan, dan ini bersifat otomatis. Semua data suhu terdapat grafiknya dan data tersebut terlihat di HMI. Operator dapat melihat dan memerintahnya secara manual. Operator dapat melaporkan proses yang terjadi secara komplit menggunakan data yang ada di MTU.

Gambar 1.15 Sistem SCADA Sederhana

h. *Human Machine Interface* (HMI)

HMI adalah singkatan dari *human machine interface*, yang berarti perangkat yang menghubungkan manusia dan mesin dengan cara menampilkan grafis dan memberikan fasilitas pengendalian dari mesin yang dioperasikan. Pada sistem SCADA, HMI berada pada sisi operator di pusat kendali, di mana HMI terdapat pada komputer dengan fungsi:

- menampilkan simbol-simbol dari visualisasi suatu proses;
- menampilkan menu pengendalian, data, dan grafik dari keadaan di lapangan (*plant*);
- mengkonfigurasi nilai-nilai pengendalian mesin di lapangan;
- memberikan peringatan jika terjadi kesalahan berupa alarm bahaya.

Renungkanlah

Coba renungkan mengarah ke manakah perkembangan-perkembangan yang terjadi di dunia ini? Menuju perkembangan yang lebih mudahkah atau justru menjadi semakin rumit dan kompleks? Jelaskan alasanmu.

Asesmen

1. Tuliskan penjelasan singkat bagaimana listrik itu dihasilkan sampai bisa kalian gunakan di rumah.
2. Jelaskan apa itu SCADA.

3. Sebutkan peralatan listrik di sekitarmu yang sudah menggunakan konsep IoT.
4. Coba renungkan perubahan digital apa sajakah yang terjadi di sekitarmu sekarang ini dibandingkan lima tahun yang lalu.

Pengayaan

Carilah video di internet tentang SCADA, dan jelaskan apikasinya.

Rangkuman

1. Sistem tenaga listrik memiliki tiga komponen utama, yaitu pembangit tenaga listrik, sistem transmisi, dan sistem distribusi.
2. Teknologi dan isu global di bidang ketenagalistrikan meliputi *Electricity* 4.0 dan digitalisasi di berbagai bidang, *Internet of Things* (IoT), peralatan-peralatan cerdas, *smart meter*, *smart sensor*, *smart appliances and devices*, serta *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA).

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Republik Indonesia, 2022
**Dasar-Dasar Teknik Ketenagalistrikan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1**
Penulis : Eko Arianto
ISBN : 978-623-388-023-7

Bab
2

Profesi dan Proses Bisnis Ketenagalistrikan

Tujuan Pembelajaran

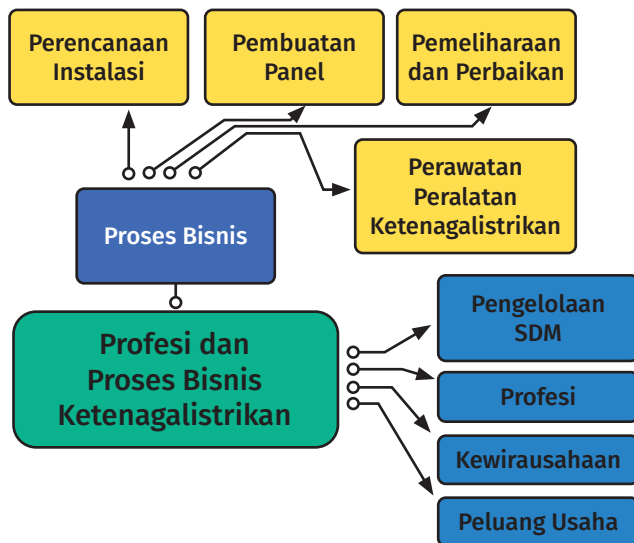
Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

1. menyebutkan jenis-jenis pekerjaan di bidang teknik ketenagalistrikan;
2. mengidentifikasi jenis-jenis profesi dan kewirausahaan pekerjaan teknik ketenagalistrikan;
3. menjelaskan peluang usaha di bidang ketenagalistrikan dengan berkebhinekaan global;
4. menjelaskan proses bisnis bidang ketenagalistrikan; dan
5. mengidentifikasi peran setiap pelaku proses bisnis bidang ketenagalistrikan.

Gambar 2.1 Pekerja di PLN
Sumber: PLN (2020)

Pertanyaan Pemantik

Apa rencana kalian setelah lulus SMK nanti? Profesi apa yang akan kalian geluti?

Peta Konsep

Kata Kunci

commissioning, instalasi, kontraktor, SPK (Surat Perintah Kerja)

Tak kenal maka tak sayang. Begitulah kalimat yang cocok diungkapkan ketika pertama kali kalian masuk ke SMK Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan dan belum mengenal profesi ketenagalistrikan. Kenapa kalian mengambil jurusan ini saat mendaftar ke SMK? Setelah lulus, kalian ingin bekerja di mana dan menggeluti profesi apa?

Buatlah kelompok yang terdiri dari tiga orang. Sebutkan dan diskusikan pekerjaan di lingkungan kalian tinggal; adakah yang berprofesi di bidang ketenagalistrikan? Jelaskan bagaimana pekerjaannya.

Penguatan Materi

1. Proses Bisnis

Pernahkah kalian melaksanakan perawatan kendaraan di bengkel? Apakah kalian memperhatikan bagaimana proses kendaraan masuk, ditangani, dicatat, diperbaiki, diganti suku cadang yang rusak, sampai proses perawatan kendaraan selesai? Bagaimana urutan langkah yang dilakukan? Adakah bagian-bagian khusus yang melayani langkah demi langkah, sehingga kalian sebagai pelanggan mendapatkan pelayanan yang memuaskan?

Proses yang terjadi di atas merupakan suatu proses bisnis. Proses bisnis merupakan suatu kumpulan aktivitas atau pekerjaan terstruktur yang saling terkait dengan tujuan menyelesaikan masalah tertentu. Proses bisnis juga dapat diartikan sebagai sekumpulan pekerjaan atau aktivitas yang saling berhubungan untuk menghasilkan produk atau layanan kepada pelanggan.

Pada bidang ketenagalistrikan juga terdapat berbagai proses bisnis. Bentuk proses bisnisnya pun bermacam-macam. Mari kita cermati PLN sebagai contoh. Di PLN terdapat berbagai proses bisnis, mulai dari pembangkitan energi listrik, sistem transmisi, distribusi ke pelanggan dan pengelolaannya. Proses-proses tersebut dibagi lagi menjadi proses-proses kecil yang melibatkan berbagai petugas bertanggung jawab terhadap proses tersebut. Salah satu contoh sub-proses tersebut berkaitan dengan pemasangan listrik pada pelanggan baru, yang melibatkan petugas untuk proses pemasangan. Proses pelayanan gangguan di jalur distribusi juga membutuhkan petugas untuk menanggulangi gangguan yang terjadi.

Contoh lain dari proses bisnis adalah berwirausaha mendirikan Biro Teknik Listrik (BTL) dan mendapatkan pekerjaan pemasangan instalasi listrik. Maka pada proses tersebut, petugas dari BTL akan melaksanakan beberapa langkah pekerjaan, di antaranya perencanaan, pelaksanaan, sampai pengujian bahwa instalasi listrik yang dipasang sudah sesuai.

2. Proses Bisnis Perencanaan Instalasi

Perlu kalian ketahui bahwa bangunan dari suatu gedung yang sudah dapat digunakan terdiri dari tiga komponen, yaitu bagian struktur, bagian arsitektur, dan bagian ME (mekanikal dan elektrikal). Ketiga bagian tersebut saling berhubungan. Bagian struktur berfokus pada kekuatan bangunan; bagian arsitektur berfokus pada keindahan bangunan, sedangkan bagian ME lebih mengedepankan fungsi. Sekuat dan seindah apapun gedung yang dibangun, jika tidak didukung sistem ME, maka bangunan tersebut belum bisa digunakan.

Sebagai gambaran, sebuah gedung yang akan dibangun membutuhkan pekerjaan di bidang ME. Bagian ME yang dibutuhkan ditugaskan untuk memasang instalasi listrik untuk penerangan. Adapun tahapan-tahapan yang sering dilakukan antara pemilik gedung dengan pihak ketiga diuraikan sebagai berikut:

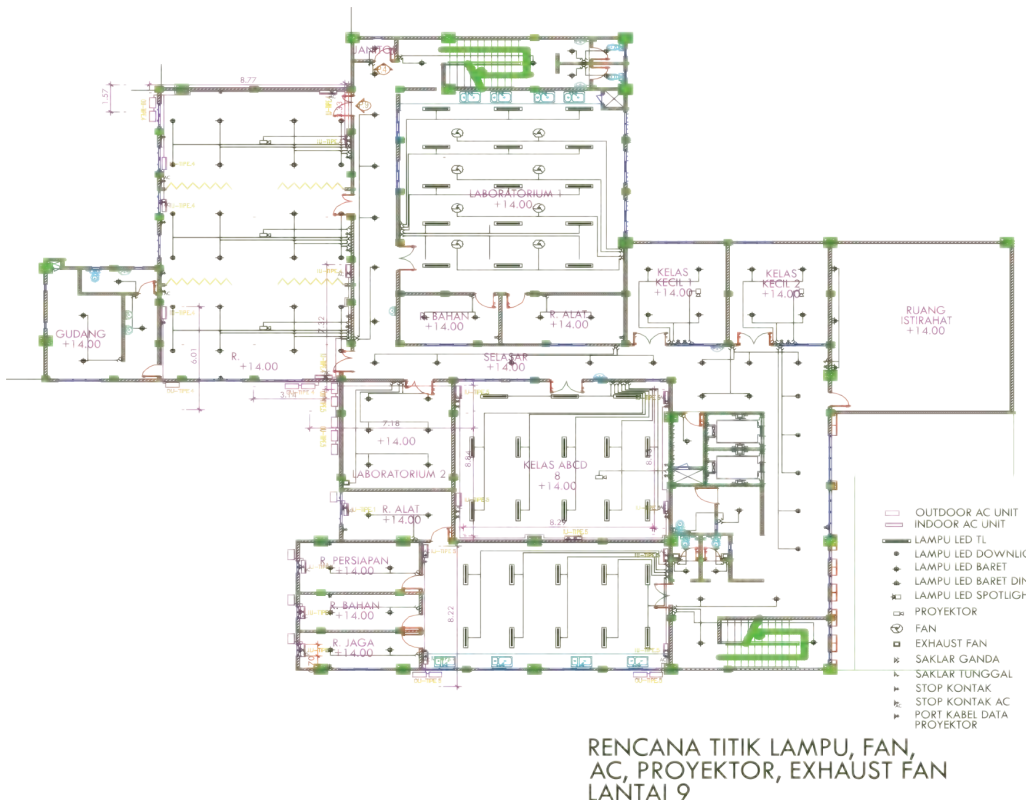
a. Penawaran pekerjaan

Jasa ME akan ditawari pekerjaan instalasi listrik dari pemilik gedung atau dari kontraktor utama dan mendapatkan penawaran sebagai sub-kontrator pengerjaan ME.

b. Survei dan penjelasan pekerjaan

Jasa ME kemudian menghubungi pemilik pekerjaan untuk mengadakan survei pekerjaan. Survei ini digunakan untuk mendapatkan data terperinci mengenai instalasi yang akan dipasang dan memprediksi kebutuhan-kebutuhan selama pekerjaan.

c. Perencanaan

Setelah melaksanakan survei, jasa ME melaksanakan perencanaan berupa rancangan gambar pemasangan pada gedung dan rencana anggaran biaya. Pada rancangan gambar terdapat peletakan peralatan listrik dan perlengkapannya, seperti lampu, stop kontak, genset, panel, dan lain sebagainya. Jasa ME juga mencakup perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) dari segala proses pekerjaan, seperti nilai material bahan, jasa teknisi, sewa alat, dan lain sebagainya.

Gambar 2.2 Perencanaan Instalasi Lampu

Sumber: Eko Arianto (2021)

Tabel 5 Contoh RAB Perencanaan Kelistrikan

Sumber: Eko Arianto (2019)

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)
PEKERJAAN ELEKTRIKAL

PEKERJAAN :
LOKASI :
TAHUN : 2019

NO	JENIS PEKERJAAN	VOL	SAT	HARGA SAT (Rp)		JUMLAH HARGA (Rp)	
B.	PEKERJAAN ELEKTRIKAL						
B.1	PEKERJAAN INSTALASI PENERANGAN DAN KOTAK KONTAK						
B.1.1	BASEMENT						
1	Instalasi Penerangan dg Kabel NYM 3X2.5 mm Ex. Supreme dlm Pipa Conduit dia. 20 mm	95	titik	Rp	418,800.00	Rp	39,786,000.00
2	Instalasi Kotak kontak Biasa dg Kabel NYM 3X2.5 mm Ex. Supreme dlm Pipa Conduit dia. 2	6	titik	Rp	390,000.00	Rp	2,340,000.00
3	TL Led T5 1x18 W	84	bh	Rp	260,800.00	Rp	21,907,200.00
4	Emergency Exit Lamp 8 W	2	bh	Rp	356,700.00	Rp	713,400.00
5	Led Barret 22 W	17	bh	Rp	367,700.00	Rp	6,250,900.00
6	Stop Kontak Biasa	6	bh	Rp	65,600.00	Rp	393,600.00
7	Saklar Ganda	11	bh	Rp	55,100.00	Rp	606,100.00
8	Saklar Tunggal	9	bh	Rp	57,500.00	Rp	517,500.00
	SUB TOTAL					Rp	72,514,700.00

d. Presentasi

Setelah melaksanakan survei, jasa ME juga mencakup pelaksanaan presentasi di depan pemilik pekerjaan. Saat presentasi, jasa ME akan menjelaskan tentang pengerjaan ME, membahas apa yang kurang cocok dan cara penggantiannya sampai terjadi kesepakatan.

e. Pelaksanaan pekerjaan ME

Setelah terjadi kesepakatan, pekerjaan baru dapat dilaksanakan dan diterbitkan Surat Perintah Kerja (SPK). Pada saat pelaksanaan pekerjaan, pemilik akan membentuk Tim Pengawas yang akan mengawasi jalannya pembangunan gedung atau instalasi listrik. Pengawas ini berasal dari pihak ketiga dan bertugas melaporkan pekerjaan yang dikerjakan oleh pelaksana pekerjaan/jasa ME.

Pekerjaan dari jasa ME meliputi tahapan-tahapan berikut:

1) **Persiapan**
   Jasa ME pertama-tama akan mengadakan alat, bahan serta pekerja.
2) **Pelaksanaan**
   Setelah bahan dan alat disiapkan, pekerja melaksanakan dan menuntaskan pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya.
3) **Tes**
   Setelah pekerjaan selesai, lalu dilaksanakan tes parsial maupun holistik dari seluruh pekerjaan, yang disebut juga sebagai *commissioning*.
4) **Serah terima hasil pekerjaan**
   Setelah pekerjaan dinyatakan selesai, dilaksanakan serah terima antara pemilik dan pelaksana pekerjaan.

Pembayaran dilakukan pemilik kepada tim pelaksana dengan kesepakatan tertentu. Kesepakatan tersebut mengatur pemberian dana melalui beberapa tahap. Sebagai contoh, kesepakatan pembayaran dapat dilaksanakan melalui empat tahap: tahap pembayaran uang muka (DP), tahap pembayaran jika sudah belanja material, tahap pembayaran saat penyelesaian pekerjaan 60%, dan tahap pembayaran saat sudah selesai. Tahapan-tahapan tersebut dikonsultasikan dengan pengawas. Pada masa akhir penyelesaian terkadang ada juga pemilik yang meminta penahanan pembayaran 5%, atau biasa disebut sebagai retensi. Retensi adalah jumlah dana yang belum dibayarkan atau ditahan sampai pemenuhan kondisi yang

ditentukan dalam kontrak; dalam hal ini adalah pekerjaan instalasi listrik. Pemilik sudah bisa menggunakan gedungnya dan mengujicobakannya. Bila disepakati masa perawatan tiga bulan, maka pada masa itu tim pelaksana pekerjaan akan menanggung kerusakan selama masa tersebut. Jika sudah sampai tiga bulan, dana yang ditahan akan diberikan.

Langkah-langkah di atas fleksibel, tergantung kesepakatan antara pemilik pekerjaan dan tim pelaksana/jasa ME. Pada pekerjaan yang lebih besar dan gedung belum dibangun, pihak ME, arsitek dan struktur akan bertemu langsung sebelum memulai pekerjaan. Mereka akan berdiskusi untuk melaksanakan pekerjaan-pekerjaan ME yang berhubungan dengan struktur dan arsitek, seperti penanaman pipa instalasi listrik, peletakan lampu-lampu hiasan, dan lain sebagainya.

3. Proses Bisnis Pembuatan Panel

Proses bisnis pembuatan panel dilakukan pada industri atau gedung yang membutuhkannya. Sebagai contoh, suatu gedung memerlukan panel untuk mengendalikan pensaklaran beban yang berganti sumber daya dari PLN ke genset.

Proses bisnis hampir sama dengan proses instalasi listrik; yang berbeda adalah survei difokuskan pada peralatan yang akan dikendalikan. Jika peralatan tersebut berupa genset, maka gambar rancangan dan rencana anggaran bahan harus disesuaikan dengan kebutuhan. Ilmu ketenagalistrikan sangat dibutuhkan

di sini, terutama perhitungan-perhitungan peralatan, kabel dan proteksi yang harus sesuai dengan batas ukurnya.

Pada survei pekerjaan pun, cara kerja panel kendali harus dikonsultasikan dengan pemilik pekerjaan. Bila pemilik menghendaki, panel genset harus bisa mensuplai arus ke seluruh gedung setelah pemadaman secara otomatis.

4. Proses Bisnis Pemeliharaan, Perawatan dan Perbaikan

Pada bidang bisnis pemeliharaan, perawatan dan perbaikan, alur kerjanya sedikit berbeda. Sebagai misal, pemilik menghendaki jasa perawatan kelistrikan dari gedung, maka pada awal proses bisnis ini pemilik gedung telah memiliki desain gedung saat dibangun oleh jasa instalasi listrik dan jasa panel. Dengan demikian, pihak pemelihara gedung akan membuat SOP (*Standard Operating Procedure* atau Prosedur Operasional Standard) sesuai peralatan yang digunakan. Jika di gedung terdapat AC (*air conditioning*), maka akan dilaksanakan perawatan tiga bulan sekali. Lalu, pelaksana akan membuat jadwal pemeliharaan dari seluruh peralatan, seperti lampu, lift, AC, pompa air, panel dan lain sebagainya.

Jadwal pengecekan juga mencakup pengecekan harian, apakah ada kerusakan atau tidak. Tim pemelihara juga akan mendapatkan data kerusakan dari laporan pemilik, sehingga harus siap sedia. Jika kerusakan dapat ditangani tim internal, maka akan dikerjakan secara

internal. Jika kerusakan tidak dapat ditangani secara internal, maka akan diorderkan ke pihak ketiga.

5. Pengelolaan SDM

Dalam pengelolaan sumber daya manusia, banyak posisi penting yang dapat diisi oleh lulusan SMK Teknik Ketenagalistrikan. Bila dirunut dari pembuatan gedung, lulusan teknik tenaga listrik dapat berkontribusi pada sisi perencanaan, penggambaran instalasi listrik, pelaksanaan survei untuk merancang RAB, pemasangan instalasi listrik, pelaksanaan tes parsial dan *commissioning*, pemeliharaan, perawatan, serta perbaikan kerusakan.

6. Profesi

Bila bekerja pada suatu perusahaan atau kantor, maka posisi yang dapat digeluti oleh lulusan SMK Teknik Ketenagalistrikan di antaranya adalah:

a) **Teknisi listrik**
   Teknisi listrik ini bertanggung jawab atas jalannya perlengkapan dan peralatan listrik di suatu tempat.

b) **Teknisi servis**
   Teknisi servis merupakan pekerjaan yang berfokus pada perbaikan, seperti perbaikan pompa listrik, dan perbaikan panel kendali motor.

c) **Insinyur mekanik (*mechanical engineer*)**
   Perusahaan terkadang membutuhkan insinyur mekanik dari berbagai lulusan, mulai dari Teknik Mesin, Teknik Ketenagalistrikan, Teknik Otomasi,

atau lulusan bidang lain yang berhubungan. Hal tersebut dikarenakan mesin-mesin di industri sudah menggabungkan antara kemampuan kelistrikan, mesin, serta otomasi. Oleh karena itu, kalian harus siap menguasai berbagai bidang karena mereka saling berhubungan.

d) **Teknisi alarm kebakaran dan *hydrant***
   Di dalam fasilitas bangunan gedung dan industri sering kita temui alarm kebakaran dan *hydrant* yang akan mematikan kebakaran dengan cara menyemprotkan air secara otomatis. Lulusan SMK Ketenagalistrikan dapat juga berperan di sini.

e) **Teknisi kantor**
   Peluang kerja bagi lulusan jurusan Teknik Ketenagalistrikan di antaranya ialah sebagai pegawai negeri sipil atau pegawai swasta, sebagai teknisi di kantor untuk memelihara kelistrikan dan berbagai peralatan listrik. Semua kantor di Indonesia akan membutuhkan listrik dan tenaga di bidang tersebut untuk merawat dan memelihara kelistrikan.

f) **Bekerja di industri**
   Selain merawat dan memelihara peralatan produksi yang berhubungan dengan kelistrikan, teknisi di industri akan bekerja juga dalam tim untuk berhubungan dengan bagian lain dalam menjamin terlaksananya proses produksi. Bidang ketenagalistrikan dapat menempati posisi sebagai insinyur, teknisi maupun staf produksi,

dan bahkan staf personalia yang berhubungan dengan kelistrikan.

g) **Bekerja di Badan Usaha Milik Negara (BUMN)**
Lulusan SMK Teknik Ketenagalistrikan dapat bekerja di BUMN, terutama yang berhubungan dengan energi dan pertambangan, seperti PLN, PT Pertamina, dan PT Indonesia Power. Khusus pada badan usaha yang bergerak di bidang kelistrikan, peserta didik SMK Ketenagalistrikan dapat bekerja pada bagian pembangkit, sistem transmisi, ataupun distribusi tenaga listrik.

7. Kewirausahaan (*Technopreneur*)

a) **Berwirausaha**
Lulusan SMK telah dibekali berbagai pengetahuan dan keterampilan selama sekolah. Dengan demikian, peserta didik SMK dapat mengambil sertifikasi yang berhubungan dengan instalasi listrik dan mendirikan Biro Teknik Listrik (BTL) untuk melayani pelanggan yang membutuhkan instalasi listrik. Pekerjaan ini akan banyak dibutuhkan untuk instalasi baru gedung-gedung, perbaikan ataupun perubahan instalasi listrik, dan juga pelayanan lain yang berhubungan dengan kelistrikan.

Pengusaha bidang listrik ini sangat luas cakupan pekerjaannya; di mana ada kebutuhan, pengusaha ini dapat berperan sebagai pengusaha bidang barang dan jasa, serta mendapatkan keuntungan dari proyek yang dikerjakan.

b) **Tenaga bersertifikasi kompetensi**

Peserta didik SMK selama atau setelah lulus dapat mengambil uji kompetensi pada lembaga sertifikasi profesi dan dapat menjadi tenaga bersertifikasi profesi bidang-bidang khusus seperti operator.

c) **Kontraktor swasta**

Kontraktor swasta adalah perusahaan jasa konstruksi yang dimiliki oleh swasta, bukan pemerintah, sebagai penyedia barang dan jasa. Peluang kerja lulusan Teknik Ketenagalistrikan di sektor swasta sangatlah luas untuk perusahaan yang berkaitan dengan penyedia produk pada bidang ketenagalistrikan; contohnya, penyedia barang dan jasa untuk panel kendali kelistrikan, penyedia jasa instalasi kelistrikan, penyedia jasa perawatan, dan penyedia jasa perbaikan.

8. Peluang Usaha

Untuk memulai peluang usaha, maka perlu diadakan analisis terhadap peluang tersebut terlebih dahulu. Analisis ini digunakan untuk mengetahui baik tidaknya peluang usaha yang akan dijalankan. Analisis tersebut biasa disebut sebagai analisis SWOT, yang merupakan kepanjangan dari *strengths, weaknesses, opportunities, and threats*. Analisis SWOT adalah suatu metode perencanaan strategi yang bermanfaat untuk mengevaluasi kekuatan (*strengths*) serta kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) dalam suatu proyek atau peluang usaha yang akan dijalankan.

Untuk memberikan pemahaman dan gambaran, cermati contoh penerapan analisis SWOT pada peluang usaha jasa spesialisasi instalasi lampu taman.

a. **Kekuatan (*strengths*)**
   - Kualitas komponen instalasi listrik yang digunakan nomor satu;
   - Terdapat berbagai pilihan bentuk lampu yang unik;
   - Tata lampu disesuaikan dengan taman;
   - Kualitas instalasi teruji dengan penerapan SOP;
   - Harga yang ditawarkan tidak terlalu tinggi dengan tetap mempertahankan kualitas yang baik;
   - Menyediakan konsultasi gratis sebelum dilaksanakan pemasangan;
   - Teknisi yang sudah berpengalaman di bidangnya.

b. **Kelemahan (*weaknesses*)**
   - Kurangnya kemampuan untuk menebak resiko kegagalan instalasi listrik karena cuaca dan bahaya air;
   - Harus riset mendalam terlebih dahulu terhadap resiko yang terjadi;
   - Modal besar untuk menyediakan bahan dengan kualitas yang baik;
   - Sulitnya mencari teknisi yang sesuai dengan standar demi kepuasan pelanggan;
   - Faktor cuaca yang tidak menentu memengaruhi waktu dan potensi bahaya pemasangan;
   - Perencanaan yang kurang matang dapat membuat rugi usaha.

c. **Peluang (*opportunities*)**
   - Menggunakan perangkat lunak gambar listrik untuk merencanakan dan menentukan komponen yang terpakai;
   - Masyarakat Indonesia cukup meminati taman yang berada di lingkungan rumah, namun membutuhkan penanganan khusus saat terdapat instalasi listrik;
   - Media sosial membantu memperkenalkan taman dengan kreasi pencahayaan yang baik kepada warganet yang selalu mengincar hal-hal yang indah dan baru serta kekinian;
   - Perkembangan teknologi dan informasi membantu menyebarkan informasi serta memasarkan dengan lebih cepat.

d. **Ancaman (*threats*)**
   - Menjamurnya jasa instalasi listrik lain di lokasi yang berdekatan;
   - Penawaran harga jasa instalasi lain yang lebih murah, namun kualitas rendah;
   - Kenaikan harga komponen instalasi listrik karena terbatasnya persediaan.

Dari penjabaran di atas, kalian bisa memahami bagaimana cara kerja analisis SWOT untuk meningkatkan peluang usaha. Selain berperan sebagai analisis perencanaan yang efektif, analisis SWOT dapat membantu mengembangkan perusahaan dengan memberikan analisis yang tepat dan lengkap mengenai situasi yang tengah dihadapi. Analisis ini memberikan

gambaran-gambaran nyata, sehingga para pelaku usaha akan lebih waspada dan lebih siap dalam mengambil keputusan.

Ayo Berdiskusi

Secara berkelompok, diskusikan usaha bidang ketenagalistrikan di sekitar sekolah kalian. Lakukan analisis SWOT terhadap peluang usaha tersebut.

Renungkanlah

Renungkanlah apa yang sudah kalian pelajari di bab ini. Lalu, jawab: siapkah kalian jika ada saudara atau tetangga yang meminta bantuan memasang instalasi listrik di rumahnya?

Bermain Peran

Untuk memahami materi ini lebih lanjut, mari bermain peran, mencoba profesi di ketenagalistrikan. Berikut peran yang bisa kalian mainkan:

1. Pemilik gedung
2. Pelaksana pekerjaan
3. Teknisi ME
4. Pengawas pekerjaan

Peran di atas akan mensimulasikan pemilik gedung yang meminta jasa ME untuk memasangkan instalasi listrik di gedungnya. Lakukan simulasi mulai dari tahap penawaran pekerjaan sampai tahap serah terima hasil pekerjaan. Gedung yang akan dipasang instalasinya adalah ruang kelasmu. Lakukan simulasi dialog. Jika sudah selesai, isilah tabel tugas (Tabel 6) tiap peran di buku/lembar kerjamu.

Bergotong-royonglah dalam menyiapkan properti untuk kegiatan ini.

Tabel 6 Tugas Setiap Peran

Tahap	Pemilik gedung	Pelaksana pekerjaan	Teknisi M/E	Pengawas pekerjaan
1. Pena-waran Pekerjaan	• Menyiapkan gedung yang akan dikerjakan. • Memberikan informasi nilai pagu. • Memberikan informasi pekerjaan. • Mengiklan-kan pekerjaan.			
2.	....	....	....	....
3.	....	....	....	....

Asesmen

1. Tetanggamu telah selesai membangun rumah, namun belum terdapat instalasi listrik. Langkah apa yang akan kamu lakukan jika ingin mendapatkan pekerjaan instalasi listrik di rumah tetanggamu tersebut? Jelaskan dengan singkat.
2. Carilah video yang berhubungan dengan pekerjaan pemeliharaan kelistrikan gedung. Berdasarkan uraian tugas tersebut, dapatkah tugas pemeliharaan kelistrikan gedung diselesaikan dalam sehari? Tuliskan referensi sumber video tersebut.

3. Carilah tiga perusahaan di sekitarmu yang bergerak di bidang ketenagalistrikan. Tuliskan nama, alamat dan jasa yang dapat diberikan oleh perusahaan tersebut, serta jelaskan bagaimana proses bisnis yang ada.

Pengayaan

Carilah kontak alumni sekolahmu yang dapat kalian hubungi. Dengan sopan, perkenalkan dirimu dan tanyakan kepada mereka bekerja di mana dan bagaimana pekerjaannya.

Presentasikan

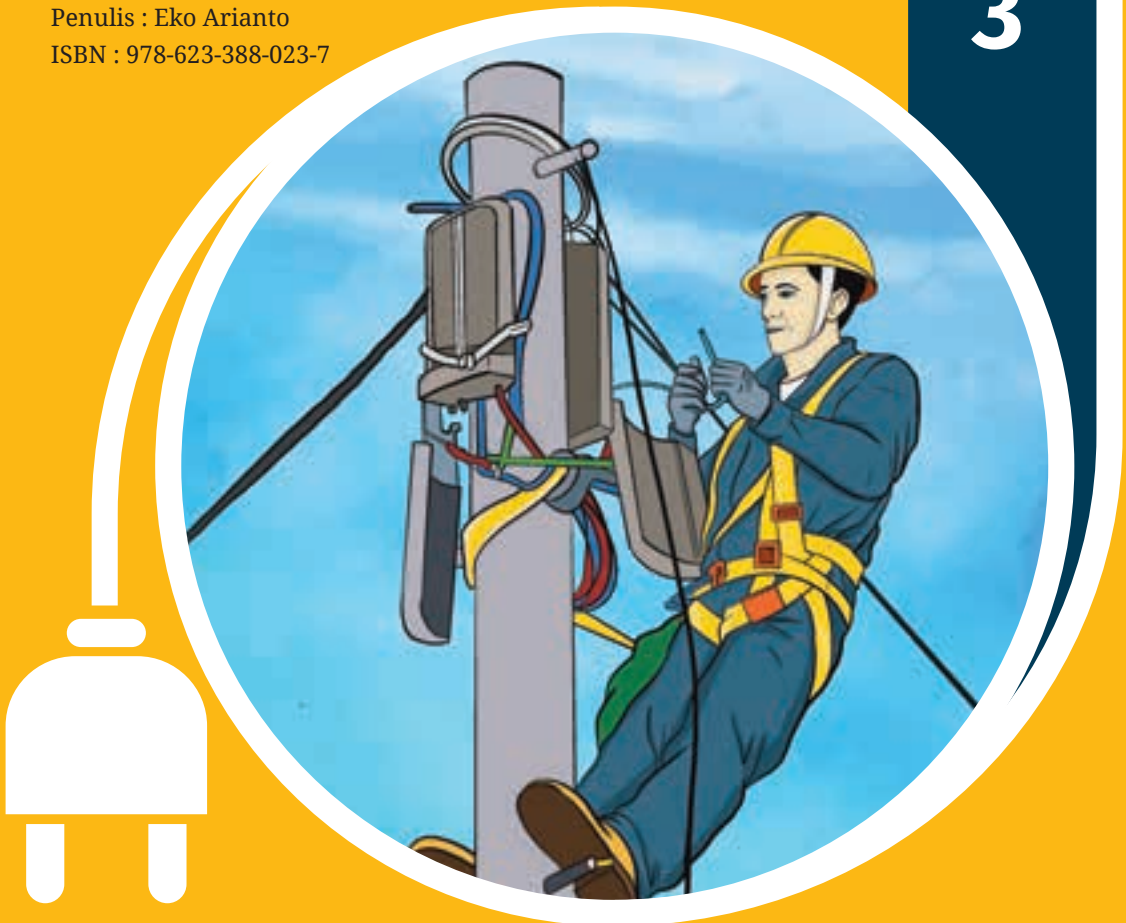
Carilah data-data di internet mengenai jenis pekerjaan dan perusahaan dari alumni yang telah kalian hubungi. Buatlah presentasi dan ceritakan di depan kelas.

Rangkuman

1. Proses bisnis merupakan serangkaian aktivitas atau pekerjaan terstruktur yang saling berkaitan dengan tujuan menyelesaikan masalah tertentu, serta menghasilkan produk atau layanan kepada pelanggan.
2. Proses bisnis pada bidang ketenagalistrikan mencakup proses bisnis perencanaan instalasi, proses bisnis pembuatan panel, proses bisnis pemeliharaan dan perawatan, serta perbaikan.

3. Profesi pada bidang ketenagalistrikan di antaranya teknisi listrik, teknisi servis, insinyur mekanik (*mechanical engineer*), teknisi alarm kebakaran dan *hydrant*, dan teknisi kantor.
4. Lulusan SMK Ketenagalistrikan dapat berwirausaha, menjadi tenaga bersertifikasi kompetensi dan menjadi kontraktor swasta.
5. Analisis SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities and threats*) adalah analisis untuk mengetahui baik tidaknya peluang suatu usaha; analisis tersebut mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman dari usaha yang akan dijalankan.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Republik Indonesia, 2022
Dasar-Dasar Teknik Ketenagalistrikan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1
Penulis : Eko Arianto
ISBN : 978-623-388-023-7

Bab
3

K3LH dan Budaya Kerja

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

1. menunjukkan kepatuhan terhadap sistem kesehatan dan keselamatan kerja di tempat praktik;
2. menunjukkan kepedulian kepada lingkungan secara mandiri;
3. mengidentifikasi bahaya di tempat kerja;
4. menerapkan prosedur-prosedur dalam keadaan darurat; dan
5. menerapkan budaya kerja industri.

Gambar 3.1 Ilustrasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pertanyaan Pemantik

Pernahkah kalian memasak mie instan? Peralatan apa sajakah yang kalian butuhkan? Kalian biasanya akan membutuhkan kompor, panci, gunting, dan sendok. Ancaman kecelakaan seperti apa yang dapat terjadi jika kalian memasak mie sambil bercanda? Kalian bisa terciprat air panas atau bahkan terkena api kompor.

Pada bab ini kalian akan belajar mengenai keselamatan dan kesehatan kerja, serta pekerjaan dasar

di ketenagalistrikan. Kalian akan mengenal alat-alat yang akan digunakan serta mempelajari potensi bahaya yang terjadi. Kalian juga akan mempelajari sikap seperti apa yang diharapkan ketika melaksanakan aktivitas tersebut.

Peta Konsep

Kata Kunci

K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja), *safety*, SOP (*Standard Operating Procedure*)

Pernahkan kalian membawa telur ayam yang akan ditetaskan? Kira-kira bagaimana kalian akan membawanya? Tergesa-gesa atau hati-hati? Jawabannya: kalian pasti akan membawa telur tersebut dengan hati-hati agar tidak pecah atau retak, karena jika itu sampai terjadi berarti telurnya sudah rusak. Sebagaimana kalian ketahui, mencegah lebih baik daripada memperbaiki. Prinsip ini pun berlaku di dunia kerja, yang dikenal dengan istilah K3LH, yakni Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup. Dengan menerapkan K3LH diharapkan ancaman kecelakaan kerja dapat dihindari.

Pendekatan Pembelajaran

Pergilah ke salah satu ruang bengkelmu. Cermati potensi bahaya yang mungkin muncul. Jika ada, salin Tabel 7 di bawah ini dan tulis jawabannya di buku/lembar kerjamu. Berikan contoh sumber bahaya yang kalian temukan.

Tabel 7 Sumber Bahaya di Bengkel

Sumber Bahaya	Risiko
1. Lantai basah terkena air buangan AC	• Terpeleset.
2.	....
3.	....
4.	....
5.	....

Penguatan Materi

1. Penerapan K3LH

K3LH merupakan kepanjangan dari Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Hidup. K3LH juga bisa diartikan sebagai upaya untuk melindungi tenaga manusia agar selalu dalam keadaan sehat dan selamat selama bekerja di tempat kerja. Secara keilmuan, K3 merupakan ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Sementara itu, secara filosofis, K3 merupakan upaya yang dilakukan untuk memastikan keutuhan dan kesempurnaan jasmani dan rohani tenaga kerja pada khususnya, dan masyarakat pada umumnya, terhadap hasil karya dan budaya. Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) merupakan hal penting yang wajib diterapkan oleh semua perusahaan.

Untuk itulah, sebagai peserta didik SMK, mari untuk secara mandiri selalu mengikuti prosedur K3 dan membiasakannya. Baik yang akan bekerja maupun yang akan berwirausaha, kalian perlu menerapkan K3 di semua bidang. Di sekolah, kalian juga harus menerapkannya saat praktikum dan saat menggunakan benda-benda kerja. Berpikir kritislah dalam menganalisis dan membandingkan kesesuaian kondisi sekolah kalian dengan standar prosedur keselamatan dan kesehatan kerja.

Terdapat beberapa alasan diusahakannya K3, di antaranya:

a. setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional;
b. setiap orang lainnya yang berada di tempat kerja perlu terjamin pula keselamatannya;
c. setiap sumber produksi perlu dipakai dan dipergunakan secara aman dan efisien.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, Pasal 3 memuat persyaratan keselamatan kerja untuk:

a. mencegah dan mengurangi kecelakaan;
b. mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran;
c. mencegah dan mengurangi bahaya peledakan;
d. memberikan kesempatan atau jalan untuk menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya;
e. memberi pertolongan saat kecelakaan;
f. memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja;
g. mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebarluasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan getaran;
h. mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja, baik fisik maupun psikis, peracunan, infeksi dan penularan;

i. memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai;
j. menyelenggarakan suhu dan lembab udara yang baik;
k. menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup;
l. memelihara kebersihan, kesehatan dan ketertiban;
m. memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan, cara dan proses kerjanya;
n. mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman atau barang;
o. mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan;
p. mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar-muat, perlakuan dan penyimpanan barang;
q. mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya;
r. menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi.

Kalian dapat mencari undang-undang tersebut di laman Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. Adapun berkas undang-undangnya dapat di unduh di https://jdih.esdm.go.id/peraturan/uu-01-1970.pdf.

Pelaksanaan K3 memiliki fungsi bagi perusahaan dan juga pekerja. Adapun fungsi tersebut adalah:

a. sebagai panduan untuk melakukan identifikasi dan penilaian akan adanya risiko dan bahaya bagi keselamatan dan kesehatan di lingkungan kerja;

b. membantu memberikan masukan berupa saran dalam perencanaan, pelaksanaan kerja, proses organisasi, serta desain tempat kerja;
c. sebagai panduan dalam kegiatan monitoring keselamatan dan kesehatan bagi para pekerja di lingkungan kerja;
d. memberikan masukan berupa saran mengenai informasi, usaha edukasi dan pelatihan tentang keselamatan dan kesehatan kerja;
e. sebagai panduan dalam membuat desain pengendalian bahaya, metode, prosedur dan program; dan
f. sebagai acuan dalam mengukur keefektifan tindakan pengendalian bahaya dan program pengendalian bahaya.

Di perusahaan, beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan K3 di antaranya:

1. **Tempat kerja**

   Tempat kerja ialah ruangan atau lapangan, baik tertutup ataupun terbuka, bergerak ataupun tetap, di mana tenaga kerja bekerja. Tempat kerja merupakan lokasi yang sering dimasuki tenaga kerja untuk keperluan suatu usaha di mana terdapat sumber bahaya. Bagian yang termasuk tempat kerja ialah semua ruangan, lapangan, halaman dan sekelilingnya yang berhubungan dengan tempat kerja tersebut (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja 1970).

Lingkungan kerja harus memadai untuk para pekerja, seperti kondisi suhu, ventilasi, penerangan, dan lain sebagainya, untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja. Lingkungan kerja juga perlu memfasilitasi pekerja agar tetap dapat menjaga kesehatan dan mengurangi potensi penyebaran penyakit.

2. **Alat kerja dan bahan**

   Alat dan bahan kerja disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Alat kerja yang akan digunakan oleh pekerja/peserta didik harus ergonomis; alat disesuaikan dengan penggunaan bahan. Bila menggunakan bahan yang berbahaya, maka alat kerja perlu dilengkapi alat pelindung diri yang memadai.

3. **Metode kerja**

   Metode kerja pada aktivitas di industri diwujudkan dalam bentuk SOP. SOP merupakan kepanjangan dari Prosedur Operasional Standar (*Standard Operating Procedure*), yang merupakan sistem yang disusun untuk memudahkan, merapikan, dan menertibkan pekerjaan yang sedang ditangani. Dengan SOP, pekerjaan akan lebih efektif dan efisien, serta keselamatan dan kesehatan kerja dapat terjaga dengan baik.

2. Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja

Bahaya dapat diartikan sebagai suatu kondisi yang memungkinkan timbulnya kecelakaan (bencana, kesengsaraan, kerugian, dan sebagainya). Jadi, bahaya

di tempat kerja dapat diartikan sebagai keadaan atau kegiatan yang berpotensi mengakibatkan cedera, penyakit atau kecelakaan kerja.

Bahaya berkaitan erat dengan risiko, yakni akibat yang kurang menyenangkan, atau yang sifatnya merugikan, karena suatu perbuatan atau tindakan. Di tempat kerja terdapat potensi bahaya dan juga risiko bahaya. Potensi bahaya adalah sesuatu yang memungkinkan terjadinya insiden bahaya yang mempunyai akibat berupa kerugian. Sementara itu, risiko bahaya adalah kemungkinan terjadinya kombinasi dan konsekuensi dari suatu kejadian bahaya.

Sebelum kita mencari tahu faktor-faktor yang memicu bahaya, bahaya itu sendiri secara umum dapat dibagi menjadi dua jenis: bahaya keselamatan dan bahaya kesehatan. Bahaya keselamatan ialah potensi bahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan langsung, seperti cedera luka bakar, luka sayat, patah tulang, cedera punggung, atau bahkan kematian. Beberapa contoh dari penyebab bahaya keselamatan adalah sebagai berikut:

a. terpeleset karena lantai licin;
b. tersandung karena ada kabel yang menjuntai di lantai;
c. bahan kimia yang meledak;
d. bagian mesin yang bergerak seperti mata bor; dan
e. mengangkat beban yang melebihi kemampuan.

Sementara itu, bahaya kesehatan adalah potensi bahaya yang berdampak jangka panjang pada kesehatan

seseorang atau menimbulkan penyakit akibat kerja. Salah satu contohnya yaitu kehilangan kemampuan mendengar akibat suara bising dari mesin. Contoh lainnya berupa timbulnya penyakit pernapasan pada seorang pekerja setelah bekerja pada lingkungan zat kimia berbahaya dengan APD (Alat Pelindung Diri) yang kurang memadai. APD adalah alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang dan berfungsi mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja (Permenakertrans No. 8).

Gambar 3.2 APD Petugas yang Memperbaiki JTM dan JTR
Sumber: PLNKalSelTeng (2019)

Observasi

Coba kalian berkeliling di sekitar bengkel kalian secara mandiri. Lihatlah poster tentang K3. Apakah kalian sudah memahami isi dari poster tersebut? Diskusikan dengan teman dan gurumu.

Secara spesifik, ada beberapa jenis bahaya dalam K3 yaitu:

a. **Bahaya jenis kimia (*chemical hazard*)**

   Bahaya ini timbul dari bahan kimia yang berpotensi merusak kesehatan jika dihirup, tersentuh, atau tertelan. Salah satu contoh dari bahaya jenis ini adalah penggunaan hidrogen peroksida untuk melarutkan PCB.

b. **Bahaya jenis fisika (*physical hazard*)**

   Bahaya ini disebabkan oleh hal-hal yang berkaitan dengan fisika dan berpotensi merusak keselamatan dan kesehatan. Contoh dari bahaya ini adalah suara mesin dengan tingkat kebisingan tinggi, sehingga dapat mengganggu pendengaran, atau kondisi suhu udara yang terlalu dingin. Pada kelistrikan kapal dan pesawat udara terdapat tantangan tersendiri karena kapal dan pesawat udara selalu bergerak, sehingga membutuhkan spesifikasi khusus standar bahan yang digunakan.

c. **Bahaya jenis kelistrikan (*electrical hazard*)**

   Bahaya ini muncul dari berbagai hal yang berkaitan dengan listrik. Sebagai contoh, isolasi kabel yang kurang baik dapat menyebabkan orang tersetrum.

d. **Bahaya jenis biologi (*biological hazard*)**

   Bahaya ini disebabkan oleh berbagai hal yang berkaitan dengan biologi, seperti bahan makanan yang tidak bersih atau alat-alat makan yang tercemar racun.

Contoh-Contoh Bahaya Kelistrikan

Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi

Alat dan Peralatan listrik dengan Kondisi Rusak

Pengkabelan yang Tidak Memadai dan Kelebihan Beban

Bagian Listrik yang Terbuka

Pembumian yang Tidak Benar

Isolasi Rusak

Kondisi Basah

Gambar 3.3 Contoh Bahaya di Bidang Ketenagalistrikan

e. **Bahaya jenis radiasi (*radiation hazard*)**

Bahaya ini timbul dari berbagai hal yang berkaitan dengan bahan atau alat yang menimbulkan radiasi; radiasi adalah energi yang berbentuk gelombang atau partikel yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Sebagai contoh, bahaya ini dapat dialami jika bekerja di dekat reaktor nuklir atau peralatan laser.

f. **Bahaya jenis psikologi (*Psychological hazard*)**

Bahaya ini merupakan akibat dari hal-hal yang berkaitan dengan psikologi seseorang, seperti bekerja pada ketinggian atau bekerja dengan tekanan yang tinggi (Ismara dan Prianto, 2016).

Observasi Mandiri

Bersama guru, pergilah ke bengkel praktik yang ada di sekolah kalian. Lalu, lakukan analisis potensi bahaya yang mungkin muncul. Kategorikan hasil observasi kalian ke dalam jenis-jenis bahaya berikut. Salin dan isi Tabel 8 di buku/lembar kerja kalian.

Tabel 8 Observasi Jenis Bahaya

Sumber Bahaya	Risiko
1. Kimia	....
2. Fisika	....
3. Kelistrikan	....
4. Radiasi	....
5. Psikologi	....

3. Bahaya pada Kelistrikan

Keahlian kalian adalah pada bidang ketenagalistrikan, dan kalian harus menerapkan K3LH dalam berbagai aktivitas pekerjaan. Listrik merupakan sesuatu yang berbahaya, jadi kalian perlu memahami bahaya yang mungkin muncul agar dapat lebih berhati-hati dan waspada akan risiko yang dapat terjadi.

Bahaya listrik dibedakan menjadi bahaya listrik primer dan sekunder. Bahaya primer merupakan bahaya-bahaya yang ditimbulkan secara langsung oleh

listrik. Contohnya adalah bahaya sengatan listrik dan bahaya kebakaran. Sementara itu, bahaya sekunder adalah bahaya yang diakibatkan oleh listrik secara tidak langsung. Sebagai contoh dari bahaya sekunder adalah terjatuh dari ketinggian setelah tersetrum listrik.

Dampak serangan listrik bagi manusia adalah gagal jantung dikarenakan berhenti atau melemahnya denyut jantung, sehingga tidak dapat mengalirkan darah dengan baik ke seluruh tubuh. Gangguan lain bisa berupa gangguan pernapasan akibat kontraksi hebat yang dialami oleh paru-paru (Ismara dan Prianto, 2016). Kerusakan pada tubuh, berupa kerusakan sel-sel, juga dapat timbul akibat dari energi listrik yang mengalir pada tubuh. Akibat lain yang terjadi pada tubuh yaitu efek panas dari listrik tersebut.

Berikut adalah beberapa contoh bahaya pada pekerjaan yang berhubungan dengan ketenagalistrikan:

1. *Grounding* yang kurang baik pada peralatan kerja kelistrikan dapat menimbulkan bahaya tersetrum.
2. Berada di dekat kabel saluran transmisi yang terputus; jika tidak menggunakan pengaman, maka besar kemungkinan akibat yang muncul akan fatal.
3. Pada kelistrikan di kapal laut, bahaya tersetrum juga dapat terjadi, mengingat air laut merupakan penghantar yang baik bagi listrik. Selain itu, konstruksi bangunan kapal yang berupa logam merupakan bahan dengan sifat konduktor yang baik. Bekerja di atas kapal berarti pekerja berada di permukaan konduktor yang baik, dan jika terjadi

kebocoran arus listrik pada satu titik, maka akan terhubung ke seluruh logam pada kapal. Jadi, tidak hanya membahayakan pekerja, namun juga orang lain yang kontak langsung dengan permukaan kapal.

4. Pada kelistrikan pesawat udara, pesawat udara ketika terbang akan selalu bergesekan dengan udara, material debu, air, atau es. Gesekan itu dapat terjadi pada permukaan seperti badan pesawat, sayap, maupun ekor. Gesekan tersebut akan mengakibatkan muatan elektrostatik dan menimbulkan bunga api. Muatan elektrostatik ini dapat dikurangi dengan menetralkannya ke udara dengan cara disambung ke bagian yang runcing (Kustija, 2014).

Observasi

Carilah video berupa kecelakaan kerja yang berhubungan dengan kelistrikan. Cobalah bernalar kritis dan lakukan analisis sesuai tabel berikut ini. Tulis analisis kalian di buku/lembar kerja.

Tabel 9 Analisis Bahaya Kelistrikan

Sumber Bahaya	Risiko
Deskripsi peristiwa	....
APD yang digunakan	....
Bahaya yang terjadi	....
Kesalahan terjadi	....
Tindakan pencegahan supaya tidak terulang	....

4. Prosedur-Prosedur dalam Keadaan Darurat

Menurut KBBI Daring, darurat diartikan sebagai keadaan sulit yang tidak tersangka-sangka dan memerlukan penanggulangan segera. Dalam K3, prosedur keadaan darurat adalah tata cara yang digunakan dalam menangani keadaan seperti disebutkan di atas. Sebagai contoh, jika kita melihat orang tersetrum, maka kita harus melakukan tindakan yang tepat. Jangan sampai kalian memberikan penanganan yang salah, sehingga malah menjadi korban karena kurang pahamnya akan bahaya ini. Contoh penanganan yang buruk adalah berusaha langsung melepas korban dari sumber listrik, namun penolong tidak menggunakan isolasi yang baik. Ini justru akan memicu korban selanjutnya.

Jika terjadi keadaan darurat, maka lakukan sesuai standar perusahaan. Lakukanlah tindakan sebagai berikut:

- **SEGERA**: segera menghentikan pekerjaan jika terjadi keadaan darurat atau terdengar alarm peringatan keadaan darurat.
- **HINDARI**: sifat kepanikan harus dihindari, dan tetaplah berpikir kritis serta logis menghadapi keadaan darurat;
- **IKUTI**: instruksi sesuai SOP (*standard operating procedure*/prosedur operasional standar) dan bekerjasamalah dengan orang yang bertanggung jawab atas keadaan tersebut;

- **MATIKAN**: matikan semua peralatan kerja, terutama yang berkaitan dengan kelistrikan. Di bidang kelistrikan, sering terdapat tombol *emergency* yang dapat ditekan untuk menghentikan proses dalam keadaan darurat.
- **JANGAN**: jangan menunda meninggalkan area berbahaya. Penundaan dapat terjadi karena mencari benda berharga, dan lain sebagainya. Jangan masuk ke area berbahaya sampai dipastikan aman.
- **PERGI**: pergilah ke lokasi terbuka dengan jarak yang jauh dari area berbahaya, dan jangan sampai menghalangi petugas penyelamat.
- **JANGAN**: masuk kembali ke area berbahaya terjadinya insiden sampai keadaan benar-benar aman.

Kita tidak pernah menginginkan musibah terjadi. Namun, setidaknya bila kita memahami langkah-langkah di atas, kita dapat dengan sigap mengambil keputusan yang tepat dan melakukan tindakan sesuai prosedur saat terjadi keadaan darurat, seperti kebakaran atau gempa bumi.

Mari Berkolaborasi

Berkolaborasilah dengan temanmu. Bayangkan kalian sedang mengerjakan pemasangan instalasi penerangan suatu gedung yang dikerjakan oleh satu tim. Tim ini terdiri dari tiga orang: satu orang pemasang kabel lampu, satu orang memasang saklar, dan satu orang lagi memasang panel kelistrikan dari penerangan. Secara

tiba-tiba, pemasang kabel pada lampu penerangan dengan posisi di atas gedung berteriak karena tersetrum. Langkah apa yang akan kalian lakukan jika menjadi dua pekerja lainnya? Tuangkan penjelasan kalian di buku/lembar kerja seperti dicontohkan tabel berikut.

Tabel 10 Prosedur Saat Kondisi Darurat

Langkah-langkah yang diambil
1. .... 2. .... 3. .... 4. .... 5. ....

Prinsip keadaan darurat	Tindakan
SEGERA	
HINDARI	
IKUTI	
MATIKAN	
JANGAN	
PERGI	
JANGAN	

5. Penerapan Budaya Kerja di Industri

Semua pekerjaan di industri bersifat terencana dan terukur; begitu pula dengan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja, yang selalu diingatkan. Namun demikian, kecelakaan kerja seperti tersengat listrik, tersayat, terpeleset, tersandung dan sejenisnya, masih saja terjadi. Ini menandakan bahwa harus ada gerakan yang bersumber dari pekerja, dan bukan sekedar dari pihak eksternal seperti manajemen perusahaan. Untuk itulah budaya-budaya industri harus dibangun demi menunjang keselamatan kerja dan peningkatan produktivitas. Salah satu budaya kerja yang bisa diterapkan adalah budaya 5R. Apakah itu budaya 5R?

Budaya 5R adalah singkatan dari Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin. Langkah-langkah ini merupakan rangkaian kegiatan sederhana yang perlu diaplikasikan dan mendasari setiap aktivitas di industri, sehingga menjadi kebiasaan dan membentuk budaya kerja industri. 5R bukan hanya merupakan slogan, tetapi harus dijiwai dan diterapkan juga di sekolah agar terbiasa dengan budaya kerja ini. 5R dapat membantu meningkatkan kinerja perusahaan, sebagaimana dijelaskan berikut:

1. Ringkas

Ringkas merupakan tahap pertama dimana aktivitas yang dilakukan adalah menyingkirkan benda-benda yang tidak diperlukan, sehingga segala benda yang ada di lingkungan kerja hanyalah benda yang benar-benar dibutuhkan dalam kegiatan bekerja.

2. Rapi

Karena kompleksnya pekerjaan, benda-benda yang digunakan dalam bekerja perlu diletakkan sesuai posisi yang telah ditetapkan, sehingga sudah siap digunakan pada saat diperlukan.

3. Resik

Resik berarti bersih. Ini berkaitan dengan kegiatan membersihkan peralatan dan lingkungan kerja, sehingga semua terjaga dengan baik.

4. Rawat

Rawat adalah aktivitas mempertahankan hasil dari 3R (ringkas, rapi, resik) sebelumnya.

5. Rajin

Rajin merupakan proses memelihara kedisiplinan pribadi masing-masing pekerja dalam menjalankan seluruh tahapan 5R.

5R diterapkan secara bertahap sesuai urutan. Ringkas merupakan tahapan yang pertama, kemudian resik dan seterusnya. Hal ini agar tahapan-tahapan berikutnya dapat dijalankan secara maksimal. 5R dapat diterapkan di lingkungan kerja, sekolah, dan di mana pun karena manusia akan merasa senang dan nyaman bekerja di tempat yang bersih, rapi, aman dan nyaman. 5R merupakan metode yang sederhana, mudah dimengerti, dan dapat diaplikasikan pada berbagai kondisi.

5R digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja. Efisiensi berhubungan dengan biaya

(cost), sementara efektif berhubungan dengan waktu. Jika 5R diterapkan dengan baik, maka akan memberikan efek yang baik pula. 5R digalakkan untuk menciptakan lingkungan kerja yang bersih, sehat, rapi, aman, nyaman dan menyenangkan, yang kemudian akan membentuk kepribadian yang berdisiplin, bersikap positif, peka dan kreatif.

Penerapan 5R dimulai dari komitmen dan kepedulian terhadap lingkungan kita dan dilakukan oleh seluruh pimpinan serta karyawan dalam industri. Penerapan 5R di sekolah menuntut seluruh warga sekolah untuk turut berpartisipasi. Dengan demikian, penerapan 5R perlu komitmen bersama dari seluruh warga sekolah.

Adapun kegiatan yang dapat dilakukan untuk menerapkan budaya kerja meliputi:

1. pembuatan alur kerja yang disesuaikan dengan budaya kerja;
2. perumusan peraturan yang disesuaikan dengan 5R;
3. pelaksanaan *marking* dan pelabelan pada lingkungan kerja, seperti pada gambar berikut ini:

Gambar 3.4 Peserta Didik Berjalan di Jalur Hijau
Sumber: Eko Arianto (2020)

4. membuat slogan dan poster bertema 5R sebagai pengingat.

Gambar 3.5 Slogan Budaya 5R
Sumber: Kemdikbudristek/Arianto (2020)

Renungkanlah

Coba kalian bayangkan jika terjadi kecelakaan kerja. Langkah-langkah apa sajakah yang akan kalian lakukan kepada korban? Untuk mendukung kesesuaian langkah-langkah yang diambil, cari referensi yang menguatkan pendapatmu.

Asesmen

1. Tulislah apa aktivitasmu yang sudah sesuai dengan K3 saat kamu berada di bengkel praktik.
2. Jika kamu seorang diri di bengkel praktik, kemudian melihat temanmu melakukan kegiatan perbaikan

instalasi listrik tanpa menggunakan APD yang tepat, apa yang akan kamu lakukan??

3. Pergilah ke bengkel praktikmu, dan identifikasi potensi bahaya yang mungkin timbul.
4. Jika kamu mengetahui temanmu sedang terseterum, tuliskan langkah-langkah tindakan penyelamatan yang akan kamu lakukan.
5. Di dunia industri tentu sudah ada fasilitas-fasilitas yang ada untuk penerapan budaya industri, bandingkan dengan sekolahmu. Fasilitas apa saja yang belum ada jika dibandingkan dengan industri?

Ayo Berdiskusi

Secara berkelompok, tinjaulah bengkel kerjamu. Ambil gambar menggunakan kamera pada telepon genggammu dan diskusikan bagian mana sajakah yang dapat menimbulkan risiko terjadi kecelakaan kerja. Diskusikan bagaimana cara menanggulanginya, serta carilah referensi tentang standar keselamatan kerja di sekolah. Ajukan saran modifikasi tata letak atau penambahan banner disertai dengan alasan kuat mengapa perlu dilakukan modifikasi.

Ayo Presentasikan

Dari hasil analisis dan diskusi tugas sebelumnya, buatlah presentasi dan jelaskan di depan teman-temanmu apa yang menjadi temuan di kelompokmu.

Mari Berkolaborasi

Secara berkelompok dengan beranggotakan lima orang, buatlah poster yang mengusung tema 5R. Lengkapilah

poster tersebut dengan foto bengkel dan aktor dari anggota kelompok kalian.

Gambar 3.6 Proses Pelarutan PCB
Sumber: Instructables/JunezRiyaz (2019)

Dalam proses pembuatan PCB (*Printed Circuit Board* atau Papan Rangkaian Tercetak), setelah dilakukan penyablonan, PCB akan dilarutkan menggunakan *ferric chloride* untuk menghilangkan lapisan tembaga pada PCB polos yang tidak tertutup pola sablon. Lakukan analisis terhadap hal-hal berikut:

a. Bagaimana proses reaksi *ferric chloride* dapat menghilangkan tembaga dari PCB polos?
b. Bahan apa saja yang bereaksi dengan *ferric chloride*?
c. Apa risiko yang ditimbulkan zat tersebut pada manusia?

Untuk mengurangi dampak K3LH pada penggunaan *ferric chloride*, langkah apa sajakah yang harus dilakukan?

Lembar Aktivitas Praktik

TUJUAN

Setelah praktikum dilaksanakan, kalian diharapkan dapat:

1. menggunakan alat tangan dan alat kerja kelistrikan; dan
2. melakukan pekerjaan dasar penyambungan kabel dan pemasangan konektor.

ALAT DAN BAHAN

1. Kabel NYA
2. Kabel NYM
3. Fitting lampu
4. Lampu
5. Gergaji
6. Bor
7. Skun
8. Tusuk kontak
9. Tang potong
10. Tang pengupas kabel
11. Tang press skun
12. Tang kombinasi
13. Tang lancip
14. Kotak perkakas

Petunjuk Praktik

1. Lakukan praktikum dengan bertanggung jawab dan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Jangan bercanda/bersenda gurau ketika melaksanakan praktik, dan berhati-hatilah.
3. Gunakan APD dengan tepat.
4. Setelah selesai melakukan praktikum, kembalikan alat dan bahan praktik ke tempat semula.

Langkah Percobaan

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Kalian akan mengerjakan pemasangan tusuk kontak dengan lampu.
3. Terapkan prinsip 5R, seperti menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan.
4. Buatlah laporan dari langkah-langkah yang kalian lakukan dan tulis kesimpulan berdasarkan hasil praktikum penerapan 5R.
5. Tinjaulah kembali kegiatanmu saat memasang tusuk kontak dengan lampu. Apakah sudah menerapkan 5R? Lalu, salin dan isilah tabel berikut ini di buku/lembar kerjamu.

Aspek	Kegiatan
Ringkas	Dalam pemasangan tusuk kontak dengan lampu hanya membutuhkan peralatan seperti ...., dan bahan yang digunakan adalah .... Dalam penerapan 5R sebaiknya menyingkirkan barang yang tidak diperlukan seperti ....
Rapi	
Resik	
Rawat	
Rajin	

Pengayaan

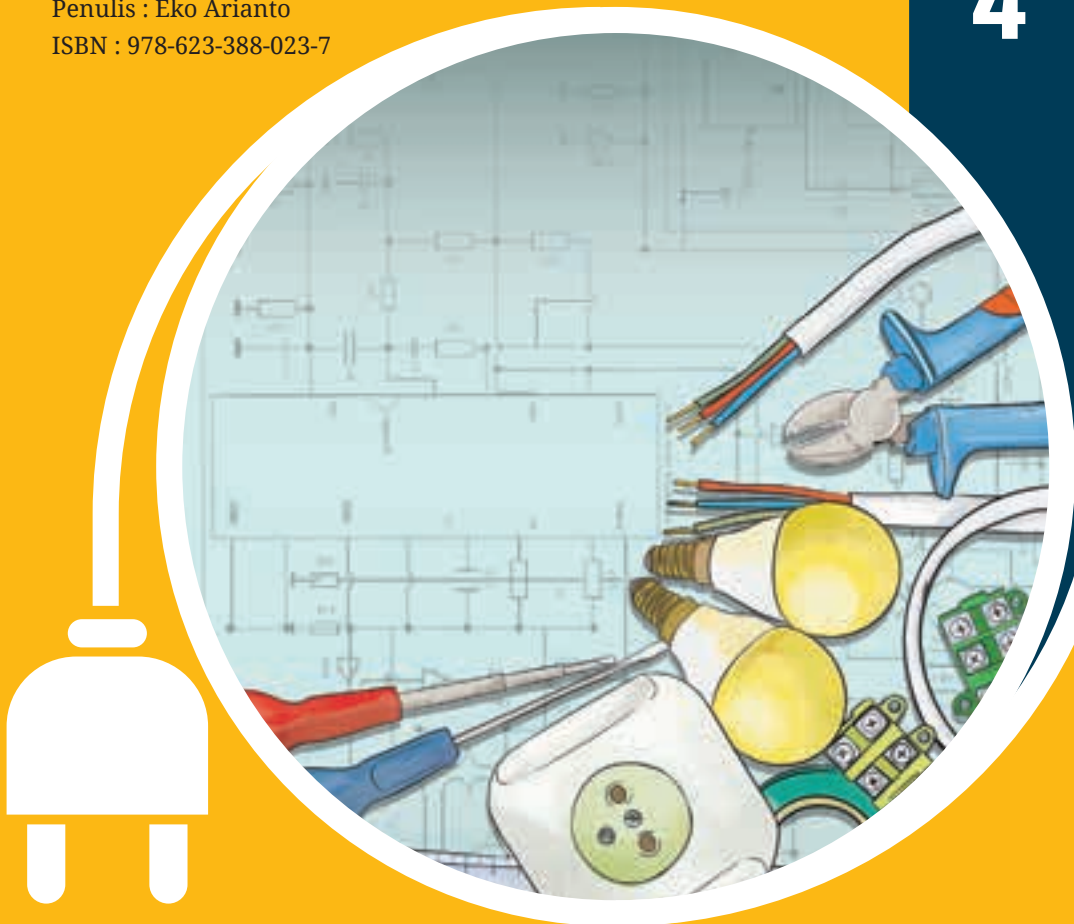
Carilah video pembelajaran tentang penerapan sistem manajemen K3 di industri atau video potensi bahaya di tempat kerja.

Rangkuman

1. K3LH merupakan kepanjangan dari kesehatan, keselamatan kerja, dan lingkungan hidup. K3 memiliki beberapa fungsi, di antaranya (1) memberikan panduan dalam melakukan identifikasi dan penilaian terhadap risiko serta bahaya bagi keselamatan dan kesehatan di lingkungan kerja; (2) memberikan masukan berupa saran dalam perencanaan, pelaksanaan kerja, proses organisasi, serta desain tempat kerja; (3) memberikan panduan dalam kegiatan monitoring keselamatan dan kesehatan bagi para pekerja di lingkungan kerja; (4) memberikan masukan berupa saran mengenai informasi, usaha edukasi dan pelatihan tentang keselamatan dan kesehatan kerja; (5) memberikan panduan dalam membuat desain pengendalian bahaya, metode, prosedur dan program; serta (6) memberikan acuan dalam mengukur keefektifan tindakan pengendalian bahaya dan program pengendalian bahaya.
2. Aspek yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan K3 meliputi tempat kerja, alat kerja dan bahan, serta metode kerja.

3. Jenis bahaya terbagi menjadi dua, yaitu bahaya keselamatan dan bahaya kesehatan.
4. Bahaya keselamatan ialah suatu potensi bahaya yang dapat menimbulkan risiko berupa kecelakaan langsung.
5. Bahaya kesehatan adalah potensi bahaya yang dapat menimbulkan penyakit atau dampak jangka panjang pada kesehatan seseorang akibat kerja.
6. Beberapa jenis bahaya dalam K3 yaitu:(1) bahaya jenis kimia (*chemical hazard*); (2) bahaya jenis fisika (*physical hazard*); (3) bahaya jenis kelistrikan (*electrical hazard*); (4) bahaya jenis biologi (*biological hazard*); (5) bahaya jenis radiasi (*radiation hazard*); dan (5) bahaya jenis psikologi (*psychological hazard*).

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Republik Indonesia, 2022
Dasar-Dasar Teknik Ketenagalistrikan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 1
Penulis : Eko Arianto
ISBN : 978-623-388-023-7

Bab
4

Alat Tangan dan Alat Kerja Kelistrikan

Tujuan Pembelajaran

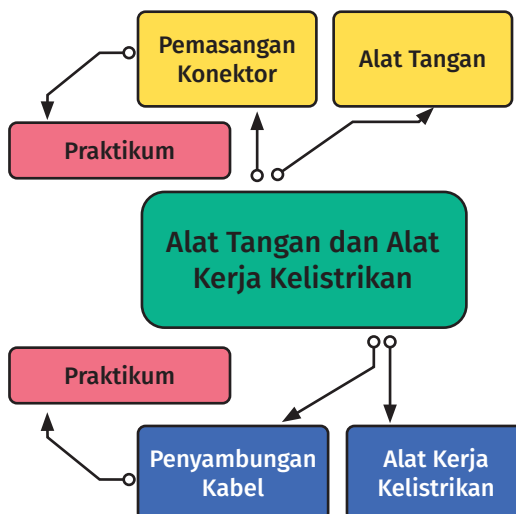
Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu:

1. menjelaskan jenis dan fungsi alat-alat tangan yang digunakan dalam ketenagalistrikan;
2. menjelaskan jenis dan fungsi alat-alat kerja kelistrikan;
3. menggunakan alat tangan dalam membuat proyek;
4. menjelaskan macam-macam sambungan kabel;
5. menerapkan penyambungan kabel; dan
6. menerapkan pemasangan konektor.

Gambar 4.1 Alat Kerja yang Dipasangkan pada Tas Pinggang Perkakas
Sumber: img.freepik.com/gpointstudio (2021)

Pertanyaan Pemantik

Cari di rumah atau tanyakan pada orang tua kalian, apakah kalian sudah memiliki alat-alat untuk membantu pekerjaan di bidang ketenagalistrikan? Secara mandiri, tulis apa yang telah kalian miliki di rumah, dan cari tahu kegunaannya.

Peta Konsep

Kata Kunci

Alat tangan (*hand tools*), alat kerja kelistrikan, *service and maintenance*

Layaknya tentara yang akan berperang, alat tangan dan alat kerja adalah alat perang kita. Penguasaan terhadap alat tangan dan alat kerja kelistrikan akan sangat berpengaruh pada hasil pekerjaan. Untuk itulah, coba identifikasi alat apa saja yang kalian dapat gunakan dengan baik untuk melakukan pekerjaan yang sudah kalian kuasai.

Pendekatan Pembelajaran

Amatilah alat-alat tangan dan alat-alat kerja di bengkel kalian. Buatlah daftar dengan mengisi Tabel 11 di buku/lembar kerja kalian. Jika belum tahu namanya, tanyakan pada temanmu.

Tabel 11 Fungsi Alat Tangan dan Alat Kerja

No.	Alat Tangan dan Alat Kerja	Fungsi
1.		....
2.		....
3.		....
4.		....
5.		....

Penguatan Materi

1. Alat Tangan

a. Obeng (*screwdriver*)

Obeng adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengencangkan sekrup. Ada dua jenis obeng yang biasa digunakan, yaitu obeng plus (+) dan obeng minus (–). Kedua jenis ini terlihat dari bentuk ujung mata obeng. Namun, ada juga obeng dengan bentuk lain. Dalam perkembangannya, ada obeng yang digerakkan dengan motor, atau disebut sebagai *cordless screwdriver*. Ada juga beberapa jenis obeng yang ujungnya bisa diganti-ganti, sehingga tinggal memilih dan memasang mata obeng yang diinginkan.

Gambar 4.2 Obeng dan Bermacam Mata Obeng
Sumber: Pexels/Farhan Sayeed (2020)

Gambar 4.3 Berbagai Macam Bentuk Mata Obeng
Sumber: Pexels/Ksenia Chernaya (2020)

Gambar 4.4 Obeng Plus (+)
Sumber: freepik.com (2022)

Gambar 4.5 Obeng Minus (-)
Sumber: Eko Arianto (2022)

Seperti diilustrasikan pada Gambar 4.6, tespen digunakan untuk memeriksa ada tidaknya aliran listrik. Akan tetapi, coba kalian perhatikan ujung tespen, ujungnya berbentuk seperti obeng plus atau obeng minus. Ciri tespen adalah terdapatnya bagian bening yang merupakan indikator yang menyala saat ada aliran listrik.

Gambar 4.6 Tespen
Sumber: toppng.com/OthmanHijazi Benton (2018)

SAFETY FIRST

Perhatikan dengan benar apakah yang kalian gunakan tespen atau hanya obeng biasa. Bila obeng biasa kalian gunakan sebagai tespen, maka bisa berbahaya karena logam dalam obeng akan menghantarkan listrik yang besar ke tubuh kalian.

Observasi

Cobalah cari peralatan di sekitarmu yang dapat dibuka menggunakan obeng plus dan obeng minus.

b. Tang (*pliers*)

Tang adalah sebuah alat yang prinsip mekanisnya seperti gunting; fungsi utamanya adalah untuk menjepit, tapi ia dapat juga digunakan sebagai pemotong sesuai dengan nama dan ujung kepala tang. Adapun jenis-jenis tang yang sering digunakan adalah sebagai berikut.

1) Tang potong (*side cutting pliers*)

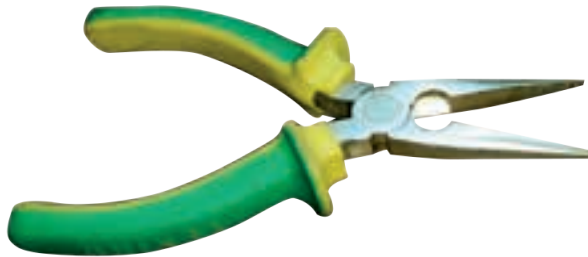
Tang potong, sesuai namanya, digunakan untuk memotong. Tang potong secara kelistrikan digunakan untuk memotong kawat atau kabel. Tang ini dimungkinkan memotong karena bentuk kepalanya yang saling bertemu seperti pisau yang memotong.

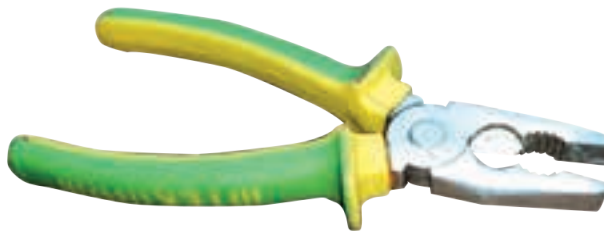
Gambar 4.7 Tang Potong
Sumber: Eko Arianto (2022)

Ayo Berdiskusi

Diskusikan dengan temanmu mengapa kalian tidak menggunakan gunting saja untuk memotong sebagai ganti tang potong? Jelaskan alasan kalian.

2) **Tang cucut (*long nose pliers*)**

Tang cucut, atau disebut juga tang lancip, merupakan jenis tang yang memiliki kepala jepit lancip. Tang ini digunakan untuk menjepit benda-benda yang kecil dan bidang yang sempit. Pada bidang ketenagalistrikan, tang ini biasa digunakan untuk membuat bengkokan kabel, memuntir kabel, membuat bulatan di ujung kabel dan membentuk kabel. Di bagian pangkal terdapat fungsi pemotong untuk memotong kabel.

Gambar 4.8 Tang Cucut
Sumber: Eko Arianto (2022)

3) **Tang kombinasi (*combination pliers*)**

Gambar 4.9 Tang Kombinasi
Sumber: Eko Arianto (2022)

Sesuai namanya, tang ini merupakan gabungan fungsi dari tang potong dan tang jepit. Dengan demikian, tang ini dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan. Dilihat dari bentuknya, bagian

ujung tang dapat digunakan untuk menjepit, sedangkan tengahnya ada bagian untuk memegang benda bulat, dan di bagian belakang ada sisi pipih yang digunakan untuk memotong.

Ayo Berdiskusi

Diskusikan dengan temanmu, adakah contoh kasus saat tang kombinasi tidak dapat digunakan untuk memotong melainkan harus menggunakan tang potong.

4) **Tang pengupas kabel (*wire stripper*)**

   Sesuai namanya, tang ini digunakan untuk mengupas kabel. Tang ini mempunyai beberapa urutan kerja. Setelah kabel dimasukkan ke kepala tang pengupas, tuas digerakkan, dan seketika kepala tang melakukan kegiatan memotong isolasi kabel, menjepit, lalu menariknya, sehingga kabel akan terlihat sisi tembaganya. Beberapa produk memiliki pengaturan ukuran diameter kabel yang akan digunakan. Ada juga yang hanya memotong sisi isolasi kabel, lalu menariknya secara manual. Beberapa jenis dilengkapi dengan bagian pengepres skun dan pemotong kabel.

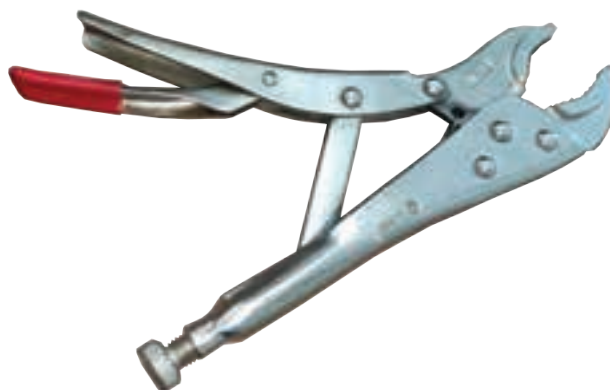
Gambar 4.10 Tang Pengupas Kabel
Sumber:Eko Arianto (2022)

5) **Tang catut/tang kakaktua (*tower pliers*)**

Tang ini memiliki bentuk seperti paruh burung kakaktua. Selain untuk memotong, tang ini digunakan juga untuk mencabut paku.

Gambar 4.11 Tang Catut/Tang Kakaktua
Sumber: cdn.shopify.com/Louis Smith (2018)

6) **Tang buaya (*vice grip*)**

Alat ini memiliki bentuk seperti mulut buaya; ia menjepit suatu benda dan mengunci jepitan tersebut. Setelan menganga jepitan dapat diatur dengan cara memutar mur pada pangkal pegangan.

Gambar 4.12 Tang Buaya
Sumber: Eko Arianto (2022)

7) **Tang press skun**

Tang press skun, atau singkatnya disebut tang skun, digunakan untuk menekan (*press*) pangkal skun supaya mengunci posisi kabel yang sudah terkupas pada skun (sepatu kabel).

Gambar 4.13 Press Skun
Sumber: Eko Arianto (2022)

8) **Ragum**

Ragum adalah alat yang digunakan untuk mencengkeram benda kerja sehingga benda kerja mempunyai posisi tetap selama diberikan perlakuan. Perlakuan tersebut dapat berupa penggergajian, pemahatan, pemukulan, pengeboran, atau kegiatan lain yang mensyaratkan posisi benda kerja dalam posisi diam. Pada ragum terdapat bagian tuas pemutar yang dapat diputar untuk mengencangkan atau mengendorkan cengkeraman pada benda kerja. Dalam penggunaannya ragum dikendorkan terlebih dahulu dengan memutar tuas berlawanan arah jarum jam, kemudian benda kerja diletakkan pada sisi cengkeraman/rahang, dan setelah itu

dikecangkan lagi dengan cara memutar tuas searah jarum jam sampai benda kerja tidak bergerak.

Gambar 4.14 Ragum
Sumber: Eko Arianto (2022)

SAFETY FIRST

Tang adalah alat tangan yang berbobot berat. Meskipun berat, jangan kalian samakan dengan palu dan digunakan untuk memukul paku atau benda lainnya. Dengan konstruksi tang yang memiliki dua bagian yang dikaitkan, ketika digunakan untuk memukul maka dapat merusakkan tang. Selain itu, kalian juga melakukan kesalahan karena tidak menggunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.

Dengan perkembangan teknologi, semakin banyak tang yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam ketenagalistrikan. Contohnya tang potong ducting; bentuk dasarnya adalah tang potong, tapi memiliki sudut pengaturan untuk memotong sudut ducting. Tang press skun hidrolik memiliki fungsi yang sama dengan

tang press skun biasa, tetapi dilengkapi dengan hidrolik, sehingga untuk sepatu kabel yang membutuhkan kekuatan penekanan lebih dapat diatasi dengan alat ini. Dengan berbagai alat tangan yang ada, bersikap cermatlah ketika menggunakan alat-alat ini. Dengan demikian, kalian dapat mengenali dan menggunakan alat yang tepat saat bekerja.

c. Palu (*hammer*)

Palu adalah alat sederhana yang digunakan untuk memukul objek. Palu khususnya digunakan untuk memukul paku, menempa besi, atau menghancurkan objek dengan cara memukul. Ada juga palu yang memiliki fungsi tambahan, seperti mencabut paku. Ciri dari alat ini adalah berat dan keras kepalanya, sehingga saat digunakan lebih mudah untuk diayunkan ke objek yang dipukul dan bertahan dari benturan. Pada alat ini terdapat pegangan yang digunakan sebagai pegangan tangan.

Pada bidang ketenagalistrikan, palu biasanya digunakan untuk memasang klem kabel yang terdapat paku dan harus dipukul untuk menancapkannya ke tembok. Palu bisa juga digunakan untuk membuat lubang di tembok untuk memasang pipa instalasi listrik.

Terdapat beberapa jenis palu, di antaranya:

1) **Palu besi**

   Bentuk dasar palu ini biasanya digunakan untuk memukul paku, menandai logam yang akan dibor, dan mencabut paku. Palu besi memiliki dua bagian, yaitu bagian untuk memukul, dan bagian lain digunakan untuk mencabut paku.

Gambar 4.15 Palu Besi
Sumber: pexel.com (2022)

2) **Palu karet**

Palu pada Gambar 4.16 disebut palu karet karena kepala palu yang dipukulkan berbahan dasar karet. Palu ini ketika dipukulkan memberikan efek pukul yang memantul dan tidak terlalu keras. Alat ini biasanya digunakan untuk menekan dengan pukulan tanpa meninggalkan bekas pukul.

Gambar 4.16 Palu Karet
Sumber: Pixabay/Ray Shrewsberry (2020)

3) **Palu plastik**

Gambar 4.17 Palu Plastik
Sumber: tekiro.com (2022)

Kepala palu plastik, sebagaimana namanya, berasal dari cetakan plastik. Palu ini digunakan untuk memukul benda kerja yang dirasa tidak membutuhkan pukulan keras layaknya besi. Palu ini dapat digunakan saat melepas benda yang mudah lepas.

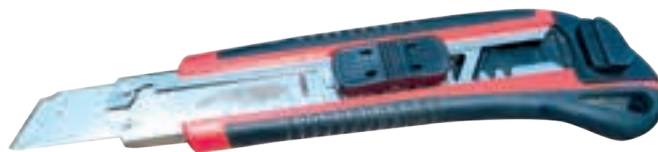
d. Kunci (*wrench*)

Kunci, atau biasa disebut dengan wrench, dalam dunia teknik merupakan alat untuk membuka mur berbentuk segi enam. Alat ini memiliki berbagai ukuran. Dengan banyaknya ukuran tersebut, maka satu set kunci secara komplit akan terdiri dari sekelompok kunci dengan berbagai ukuran, atau disebut sebagai kunci pas atau kunci ring. Yang membedakan kunci pas dan kunci ring adalah bentuk kepala yang mencengkeram mur. Kunci pas mencengkeram mur dengan bentuk "U" sehingga tidak semua sisi mur akan tercengkeram. Namun, jika menggunakan kunci ring, maka semua sisi mur akan tercengkeram. Adapula sebuah alat yang dinamakan kunci inggris. Pada kunci inggris, ukuran dari bagian yang mencengkeram mur akan disesuaikan. Pada kunci

shock atau *socket wrench*, terdapat pegangan dengan kepala yang dapat dilepas-lepas sesuai ukuran.

Gambar 4.18 Kunci Pas (bawah) dan Kunci Ring (atas)
Sumber: Pexels/Pixabay (2006)

e. Pisau pemotong (*cutter*)

Pisau pemotong, atau *cutter*, adalah suatu alat kerja berbentuk pisau yang berfungsi untuk memotong. Pada pisau pemotong, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.19, bagian tajam biasanya dikeluarkan saat dipakai dan dimasukan kembali untuk diamankan. Ketika bagian ujung sudah tumpul, maka bagian ini dapat dipotong sehingga ujungnya akan kembali baru. Alat ini biasa digunakan untuk memotong dan menyayat kabel, membuka ikatan, dan keperluan lainnya.

Gambar 4.19 Pisau Pemotong (*Cutter*)
Sumber: Eko Arianto (2022)

f. Gergaji

Gambar 4.20 Gergaji
Sumber: Freepik/Tonodiaz (2021)

Alat ini digunakan untuk memotong dengan cara menggesekkan mata gergaji pada bidang yang akan dipotong. Pada bidang ketenagalistrikan, gergaji biasanya digunakan untuk memotong kabel *duct* dan memotong pipa instalasi. Bentuk gergaji ini bermacam-macam sesuai dengan bahan yang akan dipotong.

2. Alat Kerja Kelistrikan

a. Solder

Solder, atau biasa disebut sebagai alat patri, adalah suatu alat yang berfungsi memanaskan timah yang digunakan untuk menyambungkan dua bagian. Alat ini biasanya digunakan untuk memasang komponen dalam PCB atau menyambung kabel. Solder bekerja dengan prinsip pembangkitan panas yang kemudian akan disalurkan ke ujung solder.

Gambar 4.21 Solder
Sumber: freepik.com (2021)

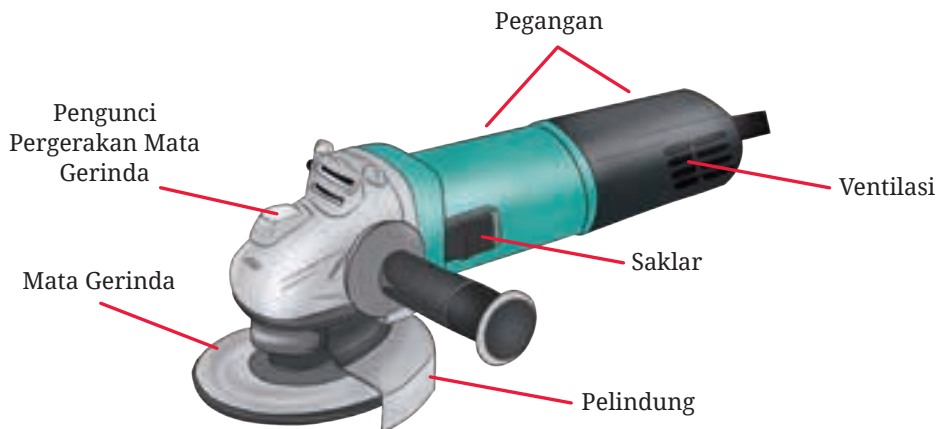
b. Bor

Bor adalah alat yang digunakan untuk melubangi objek benda. Pada alat ini, ada bagian yang bergerak dengan cara berputar, dan pada ujungnya terdapat mata bor. Mata bor memiliki bermacam ukuran dan bentuk. Dalam ketenagalistrikan, bor listrik digunakan untuk melubangi PCB, melubangi panel listrik, membuat lubang untuk pipa dan lain sebagainya. Bor ini menggunakan listrik yang disalurkan kabel atau dapat juga bersumber dari baterai yang menyimpan energi listrik.

Dari segi penggunaan, terdapat dua jenis bor, yaitu bor tangan dan bor duduk. karena bentuknya seperti pistol, bor tangan digunakan dengan cara memegangnya pada bagian pangkal pegangan dan dapat digerakkan menuju suatu titik untuk melakukan proses melubangi. Jadi, pada bor tangan yang diarahkan adalah ujung mata bornya ke target benda yang akan dilubang. Sementara itu, pada bor duduk, posisi bor tetap pada satu tempat, jadi benda yang akan dilubangilah yang digerakkan dan target pelubangan pas dengan mata bor.

Gambar 4.22 Bor Tangan
Sumber: images.pexels.com/Kosuki (2021)

Gambar 4.23 Bor Duduk
Sumber: Eko Arianto (2022)

c. Gerinda (*grinder*)

Gambar 4.24 Gerinda (*Angle Grinder*)
Sumber: Eko Arianto (2022)

Gerinda adalah alat tangan yang memiliki bagian yang berputar; bagian yang berputar ini, atau yang

disebut juga dengan mata gerinda, dapat diganti-ganti sesuai keperluan. Misalkan, jika diganti mata amplas, maka akan menjadi alat penghalus. Jika diganti mata pemotong, maka ia akan menjadi alat potong. Pada bidang ketenagalistrikan, gerinda digunakan untuk memotong ducting, memotong pipa, menghaluskan hasil potongan, dan melubangi tembok yang akan dipasang instalasi listrik.

Gambar 4.25 Pekerja Mengiris Tembok Menggunakan Gerinda untuk Membuat Lubang
Sumber: Tangkapan Layar YouTube Tukang Jadi-Jadian (2022)

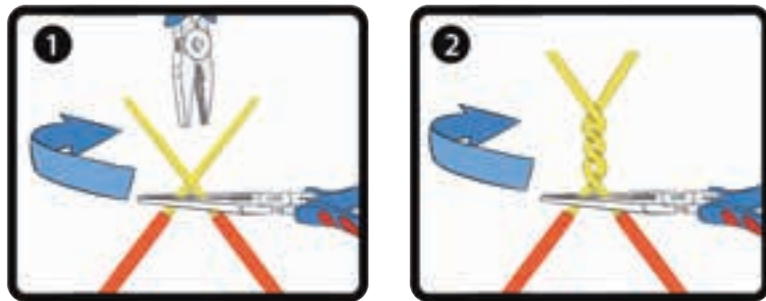
3. Pekerjaan Dasar Penyambungan Kabel

Penyambungan kabel merupakan pekerjaan menyambungkan kabel sesuai ketentuan, sehingga didapatkan sambungan yang aman. Jika sambungan kabel tidak sesuai dengan ketentuan, maka akan berbahaya karena tidak kuat dan dapat menimbulkan kebakaran. Adapun jenis-jenis sambungan kabel dibahas di bawah ini.

a. Sambungan ekor babi

Sambungan ini dinamakan ekor babi karena bentuknya mirip dengan ekor babi, yang berbentuk puntiran. Kekurangan sambungan model ini adalah tidak kuat

saat kabel ditarik, sedangkan kelebihannya adalah mudah dilakukan karena tinggal menggabungkan dua buah kabel dan memelintirkannya.

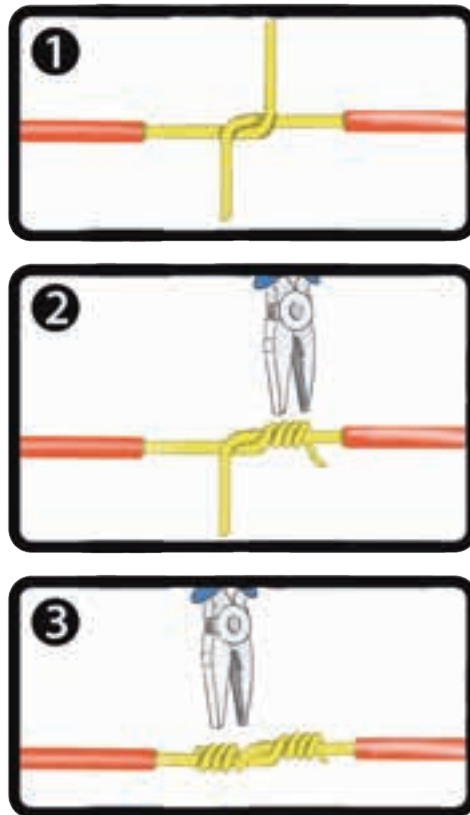
Cara membuat sambungan ekor babi adalah sebagai berikut:

Gambar 4.26 Cara Membuat Sambungan Ekor Babi

1. Siapkan dua buah kabel yang sudah dikupas.
2. Dekatkan kedua kabel. Kemudian, dengan menggunakan dua buah tang, jepit sisi pangkal logam dan sisi ujung kabel. Puntirlah sisi ujung kabel, sehingga tercipta puntiran (dengan penjepit pangkal kabel dalam posisi diam).
3. Rapikan ujung kabel dengan memotong ujungnya menggunakan tang. Lalu, berikan isolasi.

Sebagaimana diutarakan di atas, kelemahan sambungan ekor babi adalah mudah lepas. Jenis sambungan berikut ini bisa menjadi solusi dari permasalahan sambungan ekor babi; tidak seperti pada sambungan ekor babi, sambungan ini menyambungkan dua kabel dengan cara memosisikannya lurus berhadapan, dan kemudian dipuntir. Terdapat dua jenis

sambungan puntir, yaitu sambungan *bell hangers* dan sambungan *western union*.

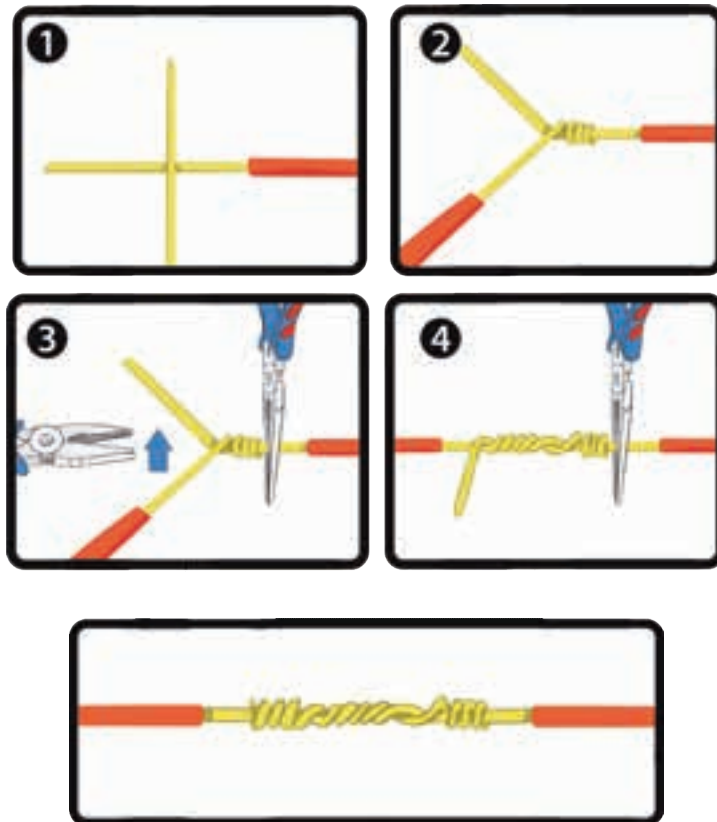
b. Sambungan *bell hangers*

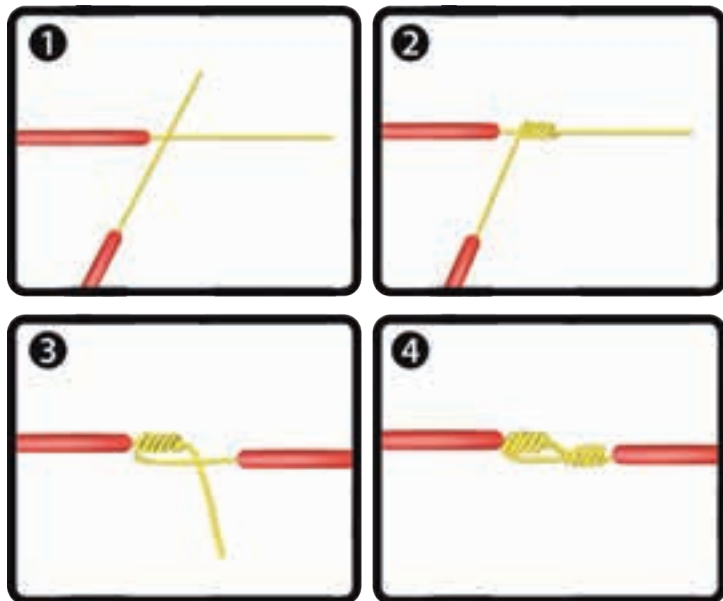
Sambungan *bell hangers* termasuk sambungan puntir; keduanya bertemu dan saling melilit. Cara membuatnya ditunjukkan pada Gambar 4.27 berikut:

Gambar 4.27 Sambungan *Bell Hangers*

1. Kupaslah dua kabel, dan kemudian masing-masing dibentuk huruf L. Lalu, kedua kabel tersebut saling dikaitkan.
2. Setelah itu, pelintir sisa ujung kabel yang belum terlilit arah depan menggunakan tang.

c. Sambungan *western union*

Sambungan ini merupakan sambungan puntir juga. Sambungan ini mirip sambungan *bell hangers*, tetapi pada posisi awal saat dihubungkan dan akan menghasilkan puntiran awal. Cara membuat sambungan ini adalah sebagai berikut:

1. Kupaslah dua kabel. lalu, dekatkan kedua kabel tersebut dengan posisi sudut 90 derajat.
2. Puntirlah dahulu satu sisi kabel sampai ke ujung kabel di kabel lainnya.
3. Lakukan hal yang sama pada kabel yang lain.

Gambar 4.28 Sambungan *Western Union*

d. Sambungan bolak-balik

Gambar 4.29 Sambungan Bolak-Balik

Sambungan bolak balik ini lebih kuat dari sambungan ekor babi dan sambungan puntir. Pada sambungan ini, terdapat bagian kabel yang dibalikkan lagi selama proses penyambungan. Sambungan ini dibuat dengan cara berikut:

1. Kupas dua ujung kabel.
2. Dekatkan kabel dengan posisi sejajar. Kemudian, ambil setengah bagian ujung kabel dan kaitkan ke pangkal kabel lainnya.
3. Setelah itu, balikkan posisi kabel pengikat awal berlawanan, dan sisa kabel yang belum dipuntir dipuntirkan ke sisa kabel.

e. Sambungan britannia

Sambungan britannia ini khusus digunakan untuk menyambung kabel yang menggunakan diameter

besar. Dengan ukuran kabel yang besar, kabel akan susah dipuntir, dan akan memerlukan pengait lain untuk melekatkan kedua kabel. Pengait lain tersebut adalah kabel dengan ukuran yang lebih kecil, sehingga lebih mudah untuk dililitkan. Cara penyambungannya yaitu:

1. Kupas kedua kabel yang akan disambungkan, dan carilah inti tembaga kabel dengan diameter yang lebih kecil.
2. Gabungkan kedua kabel utama dengan posisi yang berhadapan.
3. Lakukan proses pelilitan/pengikatan dengan inti kabel yang lebih kecil.

Gambar 4.30 Sambungan Britannia

f. Sambungan mata itik

Sambungan mata itik ini biasanya digunakan untuk memasang kabel berinti tunggal ke busbar. Kawat tembaga dibuat membulat sehingga ketika dikencangkan dengan sekrup akan kuat, karena melingkari seluruh sekrup. Langkah-langkah untuk membuatnya adalah sebagai berikut:

1. Kupas kabel.
2. Dengan menggunakan tang lancip, Jepit ujung kabel.

3. Buat gerakan memutar sehingga tercipta lingkaran sempurna.

Gambar 4.31 Sambungan Mata Itik

4. Pemasangan Konektor

Di bagian ini, kalian akan mencoba mempraktikkan membuat sepatu kabel yang baik, sehingga ketika dipasang pada terminal, akan membuat sambungan yang aman. Bagian yang perlu disiapkan adalah kabel serabut dan sepatu kabel/skun dengan ukuran yang sesuai. Langkah-langkah pemasangannya dijelaskan sebagai berikut:

1. Siapkan kabel, tang pengupas kabel, tang press skun dan skun yang sesuai ukurannya.

Gambar 4.32 Alat dan Bahan untuk Membuat Kabel Skun
Sumber: Eko Arianto (2022)

2. Kupas kabel hingga terlihat serabut tembaganya. Lalu, puntir serabut agar menyatu.

Gambar 4.33 Proses Pengupasan Kabel
Sumber: Eko Arianto (2022)

3. Siapkan skun. Masukkan serabut tembaga kabel ke pangkal skun.

Gambar 4.34 Arah Pemasangan Kabel ke Skun
Kemdikbudristek/Eko Arianto (2022)

4. Dengan menggunakan tang press skun, pilihlah ukuran penekanan yang akan digunakan, dan posisikan skun yang sudah ada kabelnya.

Gambar 4.35 Proses Pengepresan Skun
Sumber: Eko Arianto (2022)

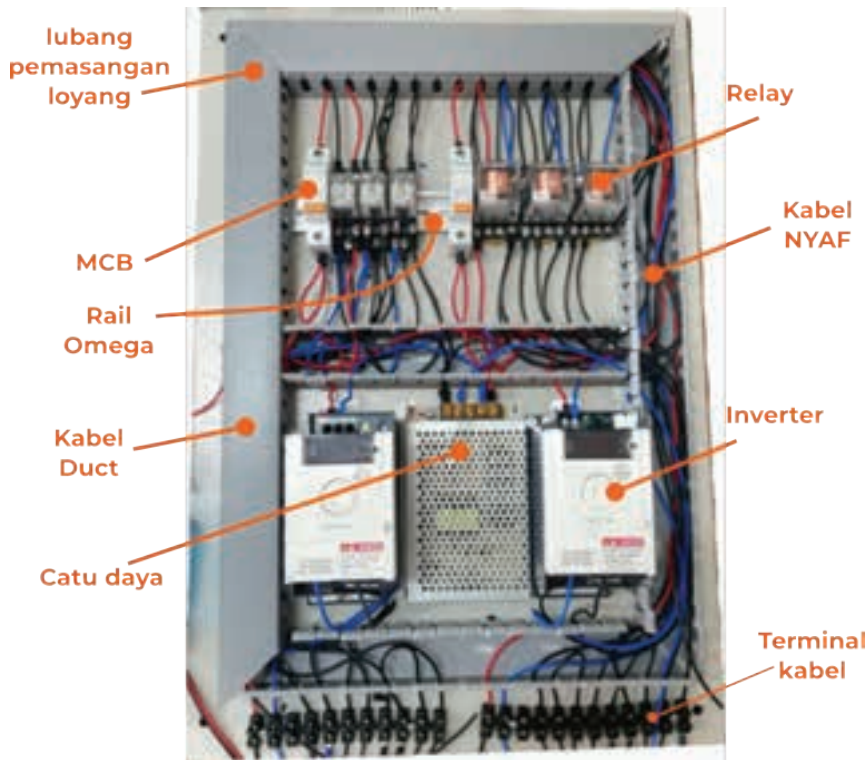
5. Lakukan pengepresan dengan kuat hingga kabel sudah tidak dapat ditarik lagi.

Gambar 4.36 Kabel yang Sudah Terpasang Skun
Sumber: Eko Arianto (2022)

Renungkanlah

Apakah kalian sudah dapat mengerjakan penyambungan kabel langkah demi langkah? Bagian manakah yang paling sulit untuk dilakukan?

Asesmen

1. Buatlah daftar alat yang digunakan untuk pekerjaan instalasi listrik rumah tinggal beserta fungsinya.
2. Buatlah daftar alat yang digunakan untuk pekerjaan instalasi panel listrik di industri.
3. Hal apa sajakah yang harus dipersiapkan sebelum melakukan penyambungan kabel?
4. Perhatikan gambar berikut ini.

Gambar 4.37 Panel Pengendali Motor
Sumber: Eko Arianto (2022)

Hitunglah berapa jumlah titik peralatan tangan yang digunakan untuk mengerjakan panel ini. Sebagai contoh, pada baris pertama, hitung jumlah titik pada gambar yang dikerjakan menggunakan obeng plus. Sementara itu, pada baris kedua, hitung titik pekerjaan yang dikerjakan menggunakan obeng minus. Obeng minus, misalnya, digunakan untuk memasang atau melepas MCB di rel omega. Jika ada yang tidak jelas pada gambar di atas, lihatlah komponen aslinya di sekolah, atau carilah di internet. Tambahkan alat tangan lainnya pada Tabel 12 sekiranya kalian dapat menemukan titik pengerjaan menggunakan alat lain. Kerjakan latihan ini di buku/lembar kerjamu.

Tabel 12 Titik Pengerjaan

No.	Alat Tangan	Jumlah Titik
1.	Obeng plus	....
2.	Obeng minus	....
3.	Kunci pas	....
4.	Tang skun	....
5.	....	....
6.	....	....
7	....	....

5. Berikut ini terdapat tabel berbagai aktivitas. Tentukanlah alat-alat yang digunakan dan bagaimana cara mengerjakannya. Salin Tabel 13 dan tulis jawabanmu di buku/lembar kerja.

Tabel 13 Aktivitas Pekerjaan

No.	Aktivitas	Alat/ bahan yang digunakan	Cara mengerjakan
1.	Mengencangkan mur pada loyang box panel	Dua buah kunci pas	Mencekam mur sisi belakang, sedangkan yang sisi depan merekatkan kepala kunci pas ke baut sesuai ukuran; lalu, putar searah jarum jam sampai kuat.
2.	Memasang kabel pada tembok	....	

Tabel 13 Aktivitas Pekerjaan

No.	Aktivitas	Alat/ bahan yang digunakan	Cara mengerjakan
3.	Memasang paku untuk jam dinding	....	
4.	Memasang steker	....	
5.	Memasang skun kabel	....	
6.	Membuka panel sisi depan pada box panel	....	
7.	Memasang kabel ground ke box panel	....	
8.	Memeriksa kabel yang putus		

I. Penyambungan Kabel dan Skun

TUJUAN

Setelah praktikum dilaksanakan, diharapkan kalian dapat:

1. membuat berbagai macam sambungan kabel;
2. membuat memasang skun pada kabel.

ALAT DAN BAHAN

1. Kabel NYA 2,5 mm
2. Kabel NYA 1,5 mm
3. Kabel NYAF 1,5 mm
4. Skun
5. Tang potong
6. Tang pengupas kabel
7. Tang press skun
8. Yang kombinasi
9. Tang lancip

Petunjuk Praktik

1. Lakukan praktikum dengan bertanggung jawab dan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Jangan bercanda/bersenda gurau ketika melaksanakan praktik dan berhati-hatilah.
3. Gunakan APD dengan tepat.
4. Kembalikan alat dan bahan praktik ke tempat semula.

Langkah Percobaan

1. Siapkan alat dan bahan
2. Buatlah sambungan kabel:

1) ekor babi
2) *bell hangers*
3) *western union*
4) bolak-balik
5) britannia
6) mata itik
3. Setelah itu, lanjutkan praktikum dengan membuat skun kabel.
4. Buatlah laporan dari langkah-langkah yang kalian lakukan, dan tuliskan kesimpulan berdasarkan hasil praktikum cara tercepat dan terkuat untuk membuat sambungan kabel dan skun.

II. Proyek Pembuatan Kap Lampu Gantung

TUJUAN

Setelah melakukan praktikum, kalian diharapkan mampu:

1. kreatif mendesain kap lampu;
2. menggunakan alat tangan dan alat kerja dengan bergotong-rotong;
3. menawarkan produk di toko online secara bergotong-royong.

ALAT DAN BAHAN

1. Lembar pelat alumunium
2. Cat
3. Fitting
4. Kabel
5. Tang kombinasi
6. Obeng

7. Gergaji besi
8. Tang pengupas kabel
9. Kuas
10. Penggaris
11. Palu

Petunjuk Praktik

1. Lakukan praktikum dengan bertanggung jawab dan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja.
2. Jangan bercanda/bersenda gurau ketika melaksanakan praktik dan berhati-hatilah.
3. Gunakan APD dengan tepat.
4. Kembalikan alat dan bahan praktik ke tempat semula.

Langkah Percobaan

1. Bukalah toko online, carilah produk 'kap lampu gantung'. jika tidak ada fasilitas akses internet di tempatmu, pergilah ke pasar atau toko yang menjual kap lampu gantung.
2. Dengan kreatif, lakukan modifikasi rancangan lampu sesuai kondisi alat dan bahan di tempatmu.
3. Buatlah Rencana Anggaran Belanja (RAB) pembuatan lampu gantung sesuai desainmu. Konsultasikan kepada guru apa kendala yang kalian hadapi.
4. Lakukan pengerjaan pembuatan kap lampu gantung dengan membagi tugas dan berkolaborasi dengan temanmu.
5. Iklankan kap gantung yang telah kalian buat di toko online dengan dilengkapi foto, dimensi, serta harga.

6. setelah selesai, buatlah laporan bagaimana desain, langkah pengerjaannya, beserta berapa biaya yang dihabiskan dan keuntungan yang diperkirakan.
7. Presentasikan di depan kelas; dari hasil analisis proses produksi, simpulkan bagaimana cara memproduksi kap lampu buatan secara massal.

Asesmen

Carilah video penyambungan kabel tanah yang dilakukan oleh PLN. Ikuti langkah demi langkah. Mengapa kabel harus diisolasi dengan baik?

Rangkuman

1. Alat tangan yang sering digunakan pada bidang ketenagalistrikan di antaranya: obeng (*screwdriver*), tang (*pliers*), palu (*hammer*), kunci (*wrench*), pisau pemotong (*cutter*) dan gergaji.
2. Alat kerja kelistrikan yang sering digunakan pada bidang ketenagalistrikan di antaranya: solder, gerinda (*grinder*), dan bor.
3. Penyambungan kabel merupakan pekerjaan menyambungkan kabel sesuai ketentuan, sehingga didapatkan sambungan yang aman. Jika sambungan kabel tidak sesuai dengan ketentuan, maka akan berbahaya karena tidak kuat dan dapat menimbulkan kebakaran.
4. Jenis sambungan kabel di antaranya: sambungan ekor babi, sambungan *bell hangers*, sambungan *western union*, sambungan bolak-balik, dan sambungan britannia.

Indeks

Glosarium

APD Alat pelindung diri, yang berfungsi untuk mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja.

Commissioning Suatu tahapan yang berisi pengujian operasi terhadap suatu pekerjaan.

EBT (Energi Baru Terbarukan) Energi yang berasal dari proses alam dan dapat terus diproduksi tanpa harus menunggu waktu lama.

HMI (*Human Machine Interface*) Perangkat yang menghubungkan manusia dan mesin dengan cara menampilkan grafis dan memberikan fasilitas pengendalian dari mesin yang dioperasikan.

IoT (*Internet of Things*) Sistem yang terdiri dari perangkat komputasi yang saling berhubungan dengan kemampuan saling bertukar data melalui jaringan.

K3LH Kesehatan, keselamatan kerja, dan lingkungan hidup.

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) Sebuah komponen pengaman pada instalasi listrik yang akan memutuskan aliran arus yang melebihi spesifikasi alat ini.

PCB (*Printed Circuit Board*) Papan yang digunakan untuk menghubungkan kaki-kaki komponen satu dengan yang lain menggunakan jalur penghantar yang melekat pada papan.

Proses bisnis Kumpulan aktivitas atau pekerjaan terstruktur yang saling terkait untuk menyelesaikan suatu masalah atau untuk menghasilkan produk/ layanan tertentu.

Rel omega Suatu komponen pada panel listrik yang berfungsi sebagai dudukan komponen listrik seperti PLC, MCB, dan komponen lainnya yang sesuai.

Risiko Akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan.

Sensor Perangkat pengubah besaran tertentu menjadi besaran listrik, sehingga bisa dideteksi oleh mikrokontroler.

SOP Prosedur operasional standar (*standard operating procedure*)

SPK Surat Perintah Kerja

SWOT Kepanjangan dari *strengths* (kekuatan), *weakness* (kelemahan), *opportunities* (peluang), dan *threats* (ancaman).

Transmisi Pengiriman atau penyaluran sesuatu dari satu tempat ke tempat lain.

Daftar Pustaka

Hidayat, Ahmad. 2018. “PLN selesaikan penggantian kabel transmisi 150.000 volt Pekalongan – Batang.” *PT PLN* (*Persero*), 30 Juli 2018. https://web.pln.co.id/cms/media/warta-pln/2018/07/pln-selesaikan-penggantian-kabel-transmisi-150-000-volt-pekalongan-batang/

Hidayat, Ahmad. 2019. “Produksi listrik PLTB Sidrap ke jaringan listrik PLN melampaui proyeksi.” *PT PLN* (*Persero*), 13 Desember 2019. https://web.pln.co.id/cms/media/siaran-pers/2019/12/produksi-listrik-pltb-sidrap-ke-jaringan-listrik-pln-melampaui-proyeksi/

Hidayat, Ahmad. 2020. “Menilik PLTGU Jawa 2 pembangkit yang efisien dan ramah lingkungan.” *PT PLN* (*Persero*), 28 Februari 2020. https://web.pln.co.id/cms/media/siaran-pers/2020/03/menilik-pltgu-jawa-2-pembangkit-yang-efisien-dan-ramah-lingkungan/

Ismara, K. Ima, dan Eko Prianto. 2016. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Bidang Kelistrikan* (*Electrical Safety*). Solo: CV Adicandra Media Grafika.

KBBI, “darurat,” diakses pada 20 Mei 2022, https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/Darurat.

KBBI, “risiko,” diakses pada 3 Juli 2021, https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/risiko.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2021. *Satu Juta Pelanggan Listrik Terpasang Smart Meter pada 2022*. 10 Februari 2021. Agung Pribadi. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/satu-juta-pelanggan-listrik-terpasang-smart-meter-pada-2022

Kustija, Jaja. 2014. “Listrik pesawat.” *Jaja Kustija*, 8 Agustus 2014. https://jajakustija.files.wordpress.com/2014/08/listrik-pesawat.pdf

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Per.08/Men/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri. http://disnakertrans.jabarprov.go.id/produk_hukum/id/174

PLN. 2020. *Pernyataan Kehendak PLN atas Kerangka Kerja Pembiayaan yang Berkelanjutan*. https://web.pln.co.id/statics/uploads/2020/10/Statement-of-Intent-on-Sustainable-Financing-Framework.pdf

PLN. 2022. *Diresmikan Presiden Jokowi, ini Profil PLTA Poso Pembangkit EBT Terbesar di Indonesia Timur*. https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2022/02/diresmikan-presiden-jokowi-ini-profil-plta-poso-pembangkit-ebt-terbesar-di-indonesia-timur

PLN. 2022. *Resmi Beroperasi, PLTS Terbesar di Sulawesi Selatan Tambah Bauran EBT*. https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2022/04/resmi-beroperasi-plts-terbesar-di-sulawesi-selatan-tambah-bauran-ebt

Rakhman, Alief. 2020. “Sistem tenaga listrik di Indonesia.” *Rakhman.net*, 30 Desember 2020. https://rakhman.net/electrical-id/sistem-tenaga-listrik/

Tobing, Sorta. 2021. “Efek titah Jokowi dalam pembahasan program listrik 2021-2030.” *Katadata*, 7 Juni 2021. https://katadata.co.id/sortatobing/indepth/60bb966aa3276/efek-titah-jokowi-dalam-pembahasan-program-listrik-2021-2030

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. https://jdih.esdm.go.id/storage/document/uu-01-1970.pdf

Wicaksono, Handy. 2012. *SCADA Software dengan Wonderware InTouch: Dasar-Dasar Pemrograman*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Daftar Kredit Gambar

Gambar 1.1 diunduh dari https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Bicycle_dynamo_and_light.jpg pada 27 Juni 2022.

Gambar 1.2 diunduh dari https://web.pln.co.id/statics/uploads/2022/04/d37c419c-e068-404d-8cb8-207ccc4ea3d1.jpg pada 21 Mei 2022.

Gambar 1.3 diunduh dari https://web.pln.co.id/statics/uploads/2022/02/74cc2f54-d022-44ed-9219-8ce0a173c94d.jpg pada 21 Mei 2022.

Gambar 1.4 diunduh dari https://web.pln.co.id/statics/uploads/2019/12/PLN-PLTP-Sidrap-Cuk.jpeg pada 21 Mei 2022.

Gambar 1.5 diunduh dari https://web.pln.co.id/statics/uploads/2020/03/PLN_PLTGU-Jawa-2-cuk.jpeg pada 21 Mei 2022.

Gambar 1.6 diunduh dari https://web.pln.co.id/statics/uploads/2018/01/tol-listrik-payakumbuh-padangsidempuan.jpeg pada 21 Mei 2022.

Gambar 1.7 diunduh dari https://web.pln.co.id/statics/uploads/2021/03/tembus-medan-sulit-pln-listriki-947-pelanggan-di-kecamatan-sungai-menang-sumsel-2.jpg pada 28 Juni 2022.

Gambar 1.9 diunduh dari https://m.media-amazon.com/images/I/615sn3VT4IL._AC_SL1200_.jpg pada 21 Juni 2021.

Gambar 1.10 diunduh dari https://images.pexels.com/photos/8566457/pexels-photo-8566457.jpeg pada 7 Juli 2022.

Gambar 1.11 diunduh dari https://web.pln.co.id/statics/uploads/2017/06/METER-HEXING_01-544x1024.jpg pada 29 Juni 2022.

Gambar 1.13 diunduh dari https://www.youtube.com/watch?v=R_lV17PSZ48 pada12 Juli 2022.

Gambar 1.14 diunduh dari http://inspektur.djk.esdm.go.id/uploads/event/large-3gtvWbSOKhVn2w7fa48fMwLbJF-N0BnYU.jpeg pada 15 Juni 2021.

Gambar 2.1 diunduh dari https://web.pln.co.id/statics/uploads/2020/10/Statement-of-Intent-on-Sustainable-Financing-Framework.pdf pada 10 Juni 2022.

Gambar 3.1 diunduh dari https://www.freepik.com/free-vector/worker-health-safety-illustration-accessories-protection_13031399.htm pada 22 Juni 2021.

Gambar 3.2 diunduh dari https://scontent-cgk1-2.xx.fbcdn.net/v/t1.6435-9/59372168_2344256689152799_6191931033542197248_n.jpg?stp=cp0_dst-jpg_e15_fr_q65&_nc_cat=111&ccb=1-7&_nc_sid=8024bb&_nc_ohc=2Ma_cN4kJRcAX_7YSLx&_nc_ht=scontent-cgk1-2.xx&oh=00_AT9FJypDdNJz_d2lgpKOp-pOIAMU5I7BkCvxXybur4nGQ-A&oe=62E113DA pada 21 Mei 2022.

Gambar 3.6 diunduh dari https://content.instructables.com/ORIG/F3Y/X808/IUG0N4A0/F3YX808IUG0N4A0.jpg?auto=webp&frame=1&fit=bounds&md=c505b2ae40ee-658bea83cee76a531efc pada 12 Juli 2022.

Gambar 4.1 diunduh dari https://img.freepik.com/free-photo/part-male-construction-worker_329181-3734.jpg?w=996&t=st=1657622266~exp=1657622866~hmac=9a1299523010c5f8e0d038bff112a1a044ff31a86498e-249c19c10a1bdfe1b71 pada 4 Juli 2021.

Gambar 4.2 diunduh dari https://www.pexels.com/video/video-of-person-assembling-a-screwdriver-4807522/ pada 19 Juni 2021.

Gambar 4.3 diunduh dari https://images.pexels.com/photos/5691659/pexels-photo-5691659.jpeg?auto=compress&cs=tinysrgb&w=1260&h=750&dpr=1 pada 19 Juni 2021.

Gambar 4.4 diunduh dari https://img.freepik.com/free-photo/screwdriver-isolated_74190-7840.jpg?w=1060&t=st=1656389758~exp=1656390358~h-

mac=2d568ee999a52dced289fa3e48beeeffe9397c73d-c69a5d7a63348b748475cdd

Gambar 4.6 diunduh dari https://toppng.com/free-image/electrical-tester-screwdriver-PNG-free-PNG-Images_4834

Gambar 4.11 diunduh dari https://cdn.shopify.com/s/files/1/1862/3617/files/Screen_Shot_2018-01-17_at_13.19.31_large.png?v=1516195195

Gambar 4.15 https://images.pexels.com/photos/4792495/pexels-photo-4792495.jpeg?auto=compress&cs=tinysrgb&w=1260&h=750&dpr=1

Gambar 4.16 diunduh dari https://pixabay.com/images/download/rubber-mallet-5338237_1920.jpg?attachment

Gambar 4.17 diunduh dari https://tekiro.com/wp-content/uploads/2021/03/cover-237.jpg

Gambar 4.18 diunduh dari https://images.pexels.com/photos/210881/pexels-photo-210881.jpeg?cs=srgb&dl=pexels-pixabay-210881.jpg&fm=jpg

Gambar 4.20 diunduh dari https://img.freepik.com/free-photo/hardworking-plumber-wearing-safety-gloves-while-cutting-with-saw-some-pipes-build-new-pipeline-system_662251-524.jpg?w=740&t=st=1656475090~exp=1656475690~hmac=5aa255e863b73d9e996951efdefc57567038563f-4613979838b28586cc73bbbb pada 21 Juni 2021.

Gambar 4.21 diunduh dari https://www.freepik.com/free-photo/high-angle-view-hand-holding-soldering-machine-wooden-board-cutting-shape_4929919.htm pada 21 Juni 2021.

Gambar 4.22 diunduh dari https://images.pexels.com/photos/5974382/pexels-photo-5974382.jpeg?auto=compress&cs=tinysrgb&w=1260&h=750&dpr=1 pada 21 Juni 2021.

Gambar 4.25 diunduh dari https://i.ytimg.com/vi/YOvufiFzYiY/maxresdefault.jpg

Profil Penulis

Eko Arianto, S.Pd.T., M. Eng.

email : ekoariantomail@gmail.com

Alamat Kantor : SMK Negeri 2 Depok, Mrican Caturtunggal Depok Sleman, DIY

Riwayat Pendidikan

1. S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta 2008
2. S2 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada 2016
3. PPG (Program Profesi Guru) Teknik Ketenagalistrikan Universitas Negeri yogyakarta 2018

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru SMK Negeri 2 Depok, Sleman (Desember 2017 - sekarang).
2. Guru Seksi Elektro dan Informatika – Balai Latihan Pendidikan Teknik Yogyakarta (Maret 2010 - 2017).
3. Guru Ketrampilan - SLB Negeri 2 Yogyakarta (Maret 2012 - 2017),
4. Guru Jurusan Teknik Otomasi Industri - SMK Negeri 2 Depok, Sleman Yogyakarta (STM Pembangunan Yogyakarta), (Juli 2008 – Desember 2010).,
5. Guru Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan - SMK Negeri 2 Depok, Sleman Yogyakarta (STM Pembangunan Yogyakarta), (Juli 2008 – Desember 2010).
6. Guru Teknik Elektronika Industri - SMK Muhammadiyah Prambanan, (Mei 2008– Maret 2010).

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Programmable Logic Controller (PLC), 2011. Diterbitkan oleh PT. Saka Mitra Kompetensi. ISBN 978-602-9122-25-1 .
2. Elektronika Terapan, 2011. Diterbitkan oleh PT. Saka Mitra Kompetensi. ISBN 602-9122-08-4
3. Elektronika Dasar, 2011. Diterbitkan oleh PT. Saka Mitra Kompetensi ISBN 602-9122-05-3
4. Proses dasar Otomasi, 2011. Diterbitkan oleh PT. Citra Aji Parama. ISBN 978-602-8799-72-0
5. Sistem Kendali Elektronik, 2015. Diterbitkan oleh PT. Skripta Media Creative. ISBN 9778-602-169-1182
6. Pengantar Model Pembelajaran E-Jigsaw Learning, 2018. Diterbitkan oleh K-Media. ISBN: 978-602-451-262-0
7. Sistem Kontrol Elektropneumatik, 2021. Diterbitkan oleh PT. Caraka Darma Aksara. ISBN 978-623-5316-05-5
8. Sistem Kontrol Elektromekanik dan Elektronik, 2021. Diterbitkan oleh PT. Caraka Darma Aksara. ISBN 978-623-5316-03-1
9. Piranti Sensor dan Aktuator, 2021. Diterbitkan oleh PT. Caraka Darma Aksara. ISBN 978-623-5316-01-7
10. Sistem Kontrol Terprogram kelas XI, 2021. Diterbitkan oleh PT. Caraka Darma Aksara. ISBN 978-602-5939-98-3
11. Sistem Kontrol Terprogram kelas XII, 2021. Diterbitkan oleh PT. Caraka Darma Aksara. ISBN 978-602-5939-99-0

Profil Penelaah

Dr. Djoko Adi Widodo, M.T.

Email : djokoadiwidodo@mail.unnes.ac.id
Instansi : Universitas Negeri Semarang
Alamat Instansi : Kampus Sekaran Gunungpati Semarang
Bidang Keahlian : Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen Tetap Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang, sampai sekarang
2. Dosen Luar Biasa Politeknik Elektro Medik Binatrada Semarang, sampai sekarang

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Pendidikan Teknik Elektro IKIP Semarang, 1983
2. S2 Teknik Elektro UGM Yogyakarta, 2003
3. S3 Ilmu Lingkungan UNDIP Semarang, 2020

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Instalasi dan Perawatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, 2016
2. Rangkaian Listrik, 2014.

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Kerjasama Penelitian Komersialisasi Produk Smart Micro Grid pada Sistem Solar Photovoltaic sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif untuk Masyarakat, 2021.
2. Pengembangan Energi Matahari sebagai Energi Listrik pada Area Atap Fotovoltaik Permukiman Propinsi Jawa Tengah, 2020.

Informasi Lain dari Penulis/Penelaah/Ilustrator/Editor

ID Scopus: 57216640829

Ir. Slamet Susilo, Mm.

Email : slamet.susilo88@yahoo.co.id
Instansi : PT. Eleska IATKI Bandung
Alamat Instansi : Jl.Sukarno-Hatta No.689B - Bandung
Bidang Keahlian : Teknik Ketenagalistrikan

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Purnakarya PT. PLN Persero (2013)
2. Staf Pengajar MIPA Unyani - Cimahi
3. Intruktur & Asesor PT Eleska IATKI

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Teknik Elektro ITA Bandung Lulus tahun 1996
2. Magister Manajemen STIE Pasundan Bandung lulus 2011

Dr. phil. Nurhening Yuniarti, M.T

Email : nurhening@uny.ac.id; nurhening@gmail.com
Profesi : Lektor Kepala
Instansi : Universitas Negeri Yogyakarta
Alamat : Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Kampus Karangmalang, Yogyakarta 55281
Bidang Keahlian: Teknik Elektro

Riwayat Pendidikan:

1. S1 – Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta (1999)
2. S2 – Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada (2006)
3. S3 – Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Yogyakarta – TUD Jerman (2016)

Informasi Lainnya:

Scopus ID : 57205288428
Link google scholar : https://scholar.google.co.id/citations?hl=id&user=AB2cHgIAAAAJ
Sinta ID : 6023563

Profil Ilustrator

Daniel Tirta Ramana S.Sn

E-mail : danieltirta89@gmail.com
Alamat Kantor : Bekasi Utara 17124
Bidang Keahlian : Multimedia & Desain

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir

1. 2010-2011, Sevenotes -EO
2. 2011-2013, Apple box - motion graphic
3. 2012 - 2015, Bloomberg Tv - Motion graphic
4. 2015 - 2017, iNews Tv indonesia - Motion graphic
5. 2017-sekarang, Founder & Owner di @sepatu.capung (shoes store)
6. Local Pride Garage (Media - instagram, tiktok)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1: DKV IKJ - Multimedia (2007-2012).

Karya/Pameran/Eksibisi dan Tahun Pelaksanaan (10 Tahun Terakhir):

1. Pameran Tugas Akhir Institut Kesenian Jakarta (2012).

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

2. Desain dan Ilustrasi Buku Kurikulum 2013

Informasi Lain:

Portofolio dapat dilihat di: https://www.behance.net/danielDTR

Rio Ari Seno

Email : purple_smile340@yahoo.co.id
Instansi : Praktisi
Alamat Instansi : Jakarta
Bidang Keahlian : Illustration, Infographic, Graphic Design, Digital Sculpting

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Senior Graphic Designer di PT Tempo Inti Media Tbk (2013-Present)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Fakultas Seni Rupa IKJ – DKV (2005-2011)

Informasi Lain:

https://www.behance.net/rioariseno
http://artstation.com/rioariseno

Profil Editor

Isti Siti Saleha Gandana

Email : istigandana@upi.edu

Instansi : Universitas Pendidikan Indonesia

Alamat instansi : Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 tahun terakhir):

1. Dosen pada Program Studi Bahasa dan Sastra Inggris Universitas Pendidikan Indonesia
2. *Reviewer* Jurnal System Elsevier (Scopus Q1)
3. *Reviewer* Jurnal International Review of Applied Linguistics in Language Teaching (Scopus Q1)
4. *Reviewer* dan *Section Editor* Indonesian Journal of Applied Linguistics (Scopus Q2)
5. *Reviewer* dan *Section Editor* Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra (Sinta 3)
6. *Reviewer* English Language Teaching Educational Journal (Sinta 3)

Riwayat Pendidikan dan tahun belajar:

1. Monash University Australia (Ph.D 2014)
2. Monash University Australia (M.Ed 2008)
3. Universitas Pendidikan Indonesia (S.Pd 2003)

Judul bab buku dan tahun terbit (10 tahun terakhir):

1. Novitri, S. A., Noorman, S., & Gandana, I. (2021). Lokalitas dan globalitas dalam sebuah perjalanan pemahaman konsep diri: Penelitian berbasis cerita. Dalam E. Malihah, dkk. (Eds). Perempuan Menulis. Bandung: UPI Press.
2. Emilia, E., & Gandana, I. (2021). Antara cinta dan cita: Kisah dua akademisi perempuan menggapai asa. Dalam E. Malihah, dkk. (Eds). Perempuan Menulis. Bandung: UPI Press.
3. Gandana, I. (2015). Critical thinking, (inter)cultural awareness, and pedagogical dilemmas: Stories of three university teachers in Indonesia. Dalam Chan, W.M., Bhatt, S.K., Nagami, M., & Walker, I. (Eds.) (2015), Culture and foreign language education: Insights from research and implications for the practice. Berlin: De Gruyter Mouton.

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Gandana, I.S.S., Nafisah, N. Imperiani, E.D.A. (2021). Critical thinking, literature and teachers' instructional activities: An Indonesian case of community service program for English teachers. *English Language Teaching Educational Journal, 4*(2), 138-147.
2. Gandana, I., & Oktaviandy, R. (2021). Social media use among Indonesia's Generation Z: A case of university students in Bandung, West Java. *Komunitas: International Journal of Indonesian Society and Culture, 13(2).*
3. Fitriani, A. A. D., Gandana, I. S.S., & Nafisah, N. (2021). In search of self: Navigating subjectivity amidst conflicts in Rainbow Rowell's Eleanor & Park. K@ta, 23(1), 21-27.

Wijanarko Adi Nugroho

Email : wijanugroho02@gmail.com
Instansi : Pusat Perbukuan Kemendikbudristek
Alamat : Bogor, Jawa barat
bidang keahlian : Penyuntingan

Riwayat Pekerjaan:

1. Pengembang Kurikulum (2018-2019)
2. Analis Penilaian dan Akreditasi (2019-sekarang)

Riwayat Pendidikan:

1. S1 Fisika Universitas Negeri Jakarta

Pengalaman Mengedit:

1. My Next Words Grade 1 – Student's Book for Elementary Schools – Pusat Perbukuan Kemendikbudristek
2. Teacher Book - My Next Words Grade 1 – Pusat Perbukuan Kemendikbudristek
3. My Next Words Grade 2 – Student's Book for Elementary Schools – Pusat Perbukuan Kemendikbudristek
4. Teacher Book - My Next Words Grade 2 – Kemendikbudristek
5. My Next Words Grade 3 – Student's Book for Elementary Schools – Pusat Perbukuan Kemendikbudristek
6. Teacher Book - My Next Words Grade 3 – Kemendikbudristek
7. My Next Words Grade 4 – Student's Book for Elementary Schools – Pusat Perbukuan Kemendikbudristek
8. Teacher Book - My Next Words Grade 4 – Kemendikbudristek
9. My Next Words Grade 5 – Student's Book for Elementary Schools – Pusat Perbukuan Kemendikbudristek
10. Teacher Book - My Next Words Grade 5 – Kemendikbudristek
11. My Next Words Grade 6 – Student's Book for Elementary Schools – Pusat Perbukuan Kemendikbudristek
12. Teacher Book - My Next Words Grade 6 – Pusat Perbukuan Kemendikbudristek

Profil Desainer

Tantan Yulianto

Email : initantan@gmail.com
Instansi : Praktisi
Alamat Instansi : Bandung
Bidang Keahlian : Desain Buku, Ilustrasi, Kriya Kayu, Desain Komunikasi Visual, Animasi 2D, *Clay Sculpting*

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Desain Buku Pusbuk Kemendikbudristek
2. *Founder* Ugly Cupcake Cajon Factory
3. *Founder* Ugly Cupcake Creators Playground
4. *Clay Sculptor*
5. *Conten Creator*/*Author Video* "How to Sketch & Sculpt"

Informasi Lain:

https://www.youtube.com/c/TantanYulianto